欧姆社学习漫画

漫画生理学

〔日〕田中 越郎／监修
〔日〕こやま けいこ／漫画绘制
〔日〕ビーコム／漫画制作
滕永红／译



科学出版社

欧姆社学习漫画

漫画生理学

〔日〕田中越郎　监修
〔日〕こやま けいこ　漫画绘制
〔日〕ビーコム　漫画制作
滕永红　译





科学出版社
北　京

图字：01-2012-2735号

内 容 简 介

你是不是正在学习生理学知识？你是不是正为生理学中难懂的专业术语头痛不已？你是不是想学好生理学从而更好地学好医学知道？那么，那你来说，这本书再适合不过了。这是世界上最简单易学的生理学教科书，他通过漫画式的情境说明，让你边看故事边学知识，每读完一篇就能理解一个概念，只要你跟着主人公的思路走，那么你肯定能在较短的时间内掌握生理学相关知识！

有趣的故事情节、时尚的漫画人物造型、细致的内容讲解定能给你留下深刻的印象，让你过目不忘。无论你是学生、上班族还是对生理学知识感兴趣的读者，活学活用你的生理学知识，定会给你的学习、工作与生活增添更多的便利！

图书在版编目（CIP）数据

漫画生理学/（日）田中越郎监修；（日）こやま けいこ漫画绘制；（日）ビーコム漫画制作；滕永红译.—北京：科学出版社，2012
（欧姆社学习漫画）
ISBN 978-7-03-034308-6

Ⅰ.漫… Ⅱ.①田…②こ…③ビ…④滕… Ⅲ.人体生理学-普及读物 Ⅳ.R33-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第094818号

责任编辑：张丽娜 赵丽艳 / 责任制作：董立颖 魏 谨
责任印制：赵德静 / 封面制作：泊远

北京东方科龙图文有限公司 制作
http://www.okbook.com.cn

科学出版社 出版
北京东黄城根北街16号
邮政编码：100717
http://www.sciencep.com

北京市四季青双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年7月第 一 版 开本：787×1092 1/16
2012年7月第一次印刷 印张：14 1/2
印数：1—5 000 字数：228 000

定价：32.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

序 言

我想读这本书的人应该是医学系的学生吧。人体的结构组织乍一看十分复杂，但是如果从科学的角度来审视它，其实非常简单，完全是遵循一定理论、有条有理的组织结构。因此，如果能够以正确的眼光来理解一些有关人体组织结构的理论，人体组织结构就会变得相当简单易学。就我个人而言，一直都想让大家能够轻松地理解人体到底是由什么构成的。

阐明人体组织结构有各种方法，其中具有代表性的是生理学。但是很遗憾，现实中的生理学入门门槛较高，仅凭自学或者被强迫学习，很难让人体会到它的趣味性，这一点是非常可惜的。

因此，为了让初学医学的人轻松地理解并领会到生理学的趣味性和人体的奥妙，我试着写了本书。可能本书会被指定或推荐为学校的教科书吧。通过本书掌握生理学的入门知识后，应该就能够轻易地理解指定教科书的内容。

本书以一个女学生为主人公，利用漫画的形式简单地介绍了生理学的相关知识，使人能够轻松地理解生理学，并且本书由一个完整的故事情节组成，是值得一读的作品。那些还没有学过生理学的人以及虽上过生理学课程却对其完全不懂、讨厌生理学的人，首先请浏览一下本书，这样多少会了解一些有关生理学的知识。本书的主人公最初也很讨厌生理学，但是她通过接触一些基础的生理学，如吃饭、马拉松等引发的自身身体反应，马上就发现了生理学的趣味性，从而开始轻松地理解生理学。我希望大家能够像本书的主人公那样体会到生理学的趣味性和人体的奥妙并加深对生理学的理解。

如果本书能够帮助大家理解生理学，作为主编，我将感到无比的欣慰。

田中越郎

2011 年 11 月

目录







第3章 消化器官、代谢

必须要分解才会开始的消化与代谢



第4章 肾脏、泌尿器官

24 小时持续清除废弃物的劳动能手



第5章 体液、血液

在大海中出生的细胞会拥有自己专有的海吗



第9章 细胞和基因、生殖 175

基因是收集蛋白质信息的画卷

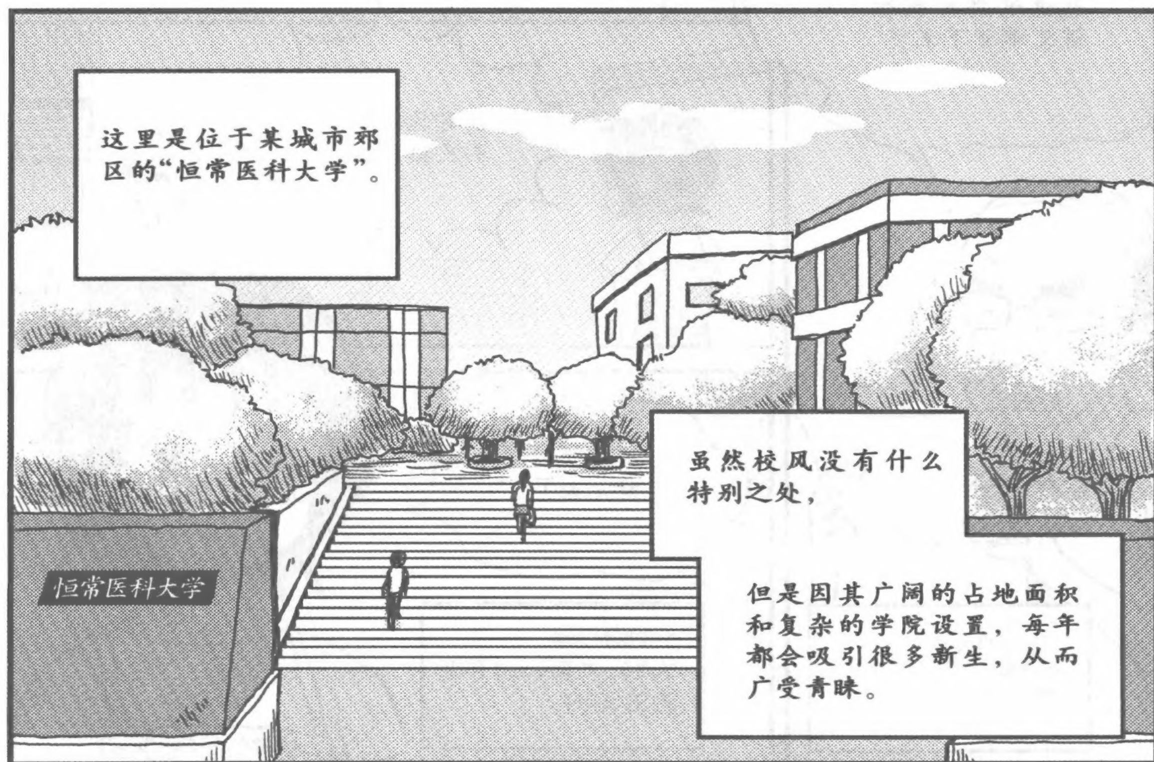


第10章 内分泌 191

通过血液向全身慢慢扩展的传达网

序　章

生理学
是无法回避的学科!?




由学生自治会主办的
以广阔的校园场地为
路线的半程马拉松，


恒常医科大学
学生自治会主办
半程马拉松
这好像是自治会
“每年一次的惯
例活动”。


喀喀，
我说过要把我的
讲义都背下来!!
恒常医科大学
护理系　生理学讲师
伊谷 满


护理系
外聘讲师室
只有你一个人
不及格!
对不起!
恒常医科大学
护理系　护理专业 1 年级
唐田 组子


你如果一直这样，我就让你留级!!
如果轻视生理学是当不了护士的。


那，那个……
Iyami 老师!
是伊谷(Itani)!!


……但是，对于像你这样总是拖后腿的人，
如果我放任不管的话，别人对我的评价就会降低，
那我就让你重考吧。


谢……
谢谢……
10 天后重考!


要把我的这 10 本著作都记住!

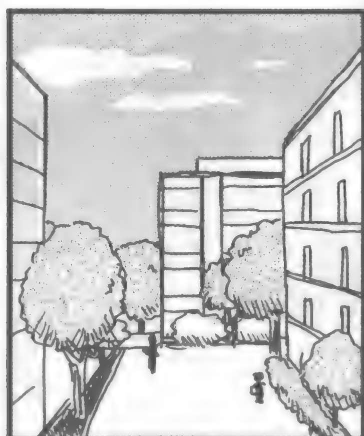



唉！
为什么会这样呢……
虽然从上高中起记忆力就差，但是还不至于到这种地步啊！

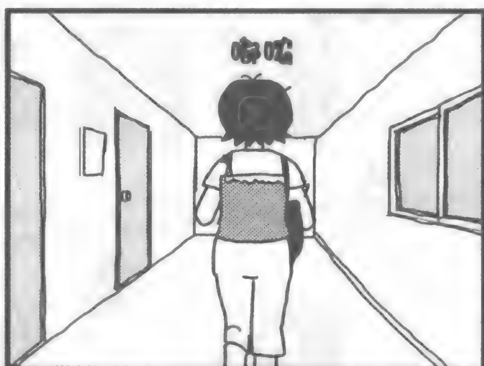

……嗯，
还是看看除护士以外的其他医疗相关职业！

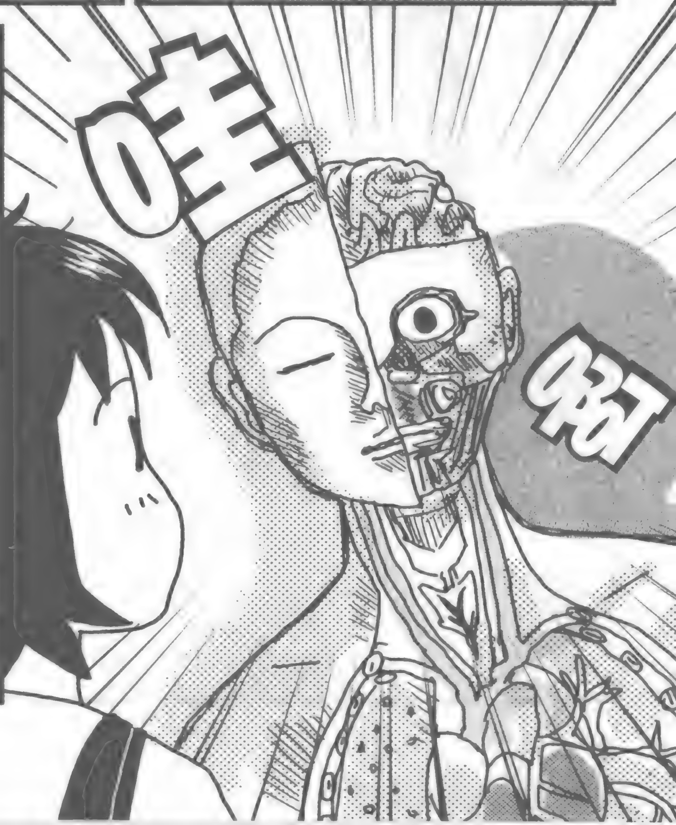

管理营养师国家考试　考试科目
社会环境与健康、人体结构与功能以及疾病的形成、饮食与健康、基础营养学、应用营养学、营养教育论、公众营养学、饮食经营管理论
啪嗒啪嗒
职业治疗师国家考试
“生理学”
牙科保健师国家考试
“生理学”
社会福利工作者国家考试
“人体结构与功能”
啪嗒啪嗒
啪嗒啪嗒
啪嗒啪嗒
啪嗒啪嗒


全部都是生理
生理学是基础知识啊！
呜呜



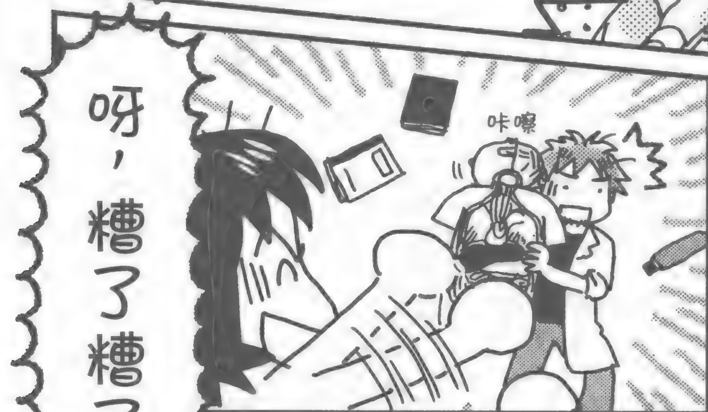
希氏束
(Bundle of His)
浦肯野纤维
(Purkinje's fiber)

嘟哝
夏季招生
说明会
新设运动健康
科学系

嘟哝

嘟哝
运动健康科学系研究室
哐啷

哇
啊

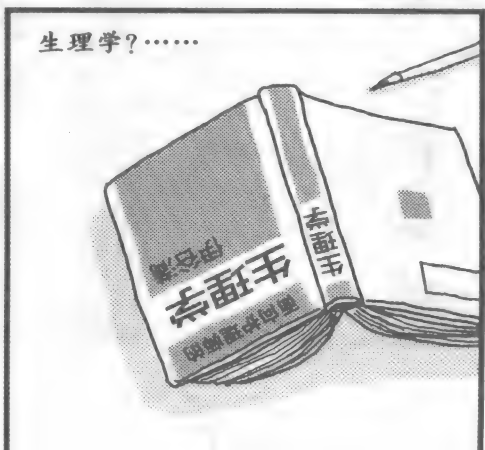

生理学
啊！


敏捷地
好疼！


呀，糟了糟了！
咔嚓




轻飘飘地
唰地


生理学？……

第1章 循环器官

按照一定节律运动的泵



1. 刺激传导系统

不好意思，为了应付补考，我正在学习，

因为太过专注，才会导致发生这样的事……

你的注意力太集中了。

对了，你叫什么名字？

真的很抱歉！

我是护理系1年级的唐田组子！

唐田同学啊。

没关系，我是解生。

恒常医科大学
运动健康科学系
教授 解生理

新设！
运动健康科学系
夏季招生说明会
公开课

您正在准备招生说明会吗？

是明年新设的专业。


不过，
你补考是因为讨厌生理学吗？


不……
啊！
因为好多人都讨厌生理学。
啊，原来如此！
不是讨厌！是学不好！


啊哈
运动可是我的强项，但是一涉及身体各部位的功能，
我就有点发怵……


嗯，
你也做一些体育运动吗？
是啊，
在初中、高中时我经常参加长跑比赛。


哦，是吗？


那我上公开课时请唐田同学来帮我吧。
可以吗？
运动健康科学系
助手
山田 透子
运动健康科学系
助手
铃木 压郎

那个……

因为我还要为补考做准备，我就先告辞了。

唰地

鞠躬

打扰您了，非常抱歉。

唰地

砰

什，什么事!?

你弄坏的，

那个人体模型，

要100万日元。

咦?

我……弄坏的?

瞧

那里

啊!

实际上是要赔偿的哦，但是如果你能帮我的话，我们就一笔勾销。

……我很乐意帮助您!

呜呜

第二天上午

好像一直都在
被监视一样，
好难做啊！

唉……

瞥了一眼

让我们开始吧。

好的！

不是说要我
帮忙吗……

只是听老师讲课
就可以了吗？

嗯，就是练习
上公开课。

因为唐田同学的
生理学成绩不好，
所以我认为正好
合适听我的课。

什么？

内容是生理学基
础知识，

也可以当做是在
为补考而学习哦。

那就太谢谢您了，但
是基本的东西我都已
经知道了。

哦？

那么请你解释
一下循环器官
的基本内容。

呼









循环器官是指心脏和血管，

它会通过血管管道将血液从心脏泵送到全身。

循环器官




血液具有运输氧气和营养的作用，
这种运输功能一旦停止，人就会死。
要使生命维持下去，血液就必须流动。
刚才学过循环器官了吧。
营养
O_2


是。
在血管中血液循环的途径有两种，一种是与肺有关的，一种是与全身有关的。


是肺循环和体循环吧。
哦，正确。


在这两种途径中，输送血液的泵，即心脏，又被分为左侧心脏和右侧心脏。


左侧心脏是指左心房和左心室，右侧心脏是指右心房和右心室，总共是4个腔吧。


嗯
知道这些是理所当然的。

那么!

唐田同学，你来试着画一下心脏结构图吧！

好的

嗯!

啊!

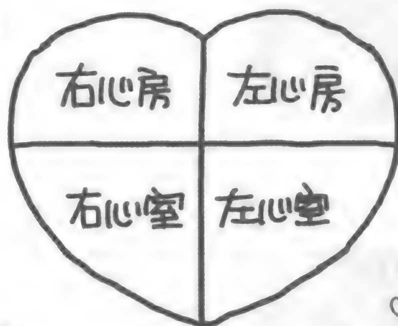
这个……

哗

哗

我感觉就是这样，怎么样？呵呵……







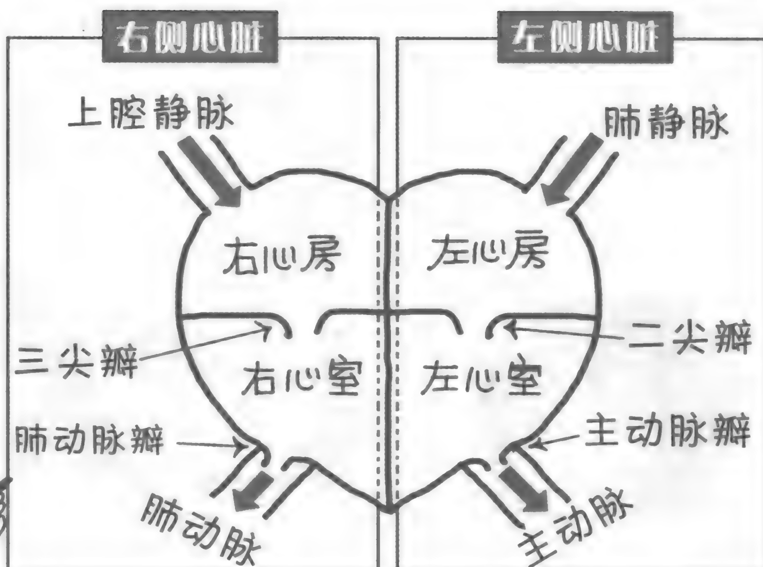






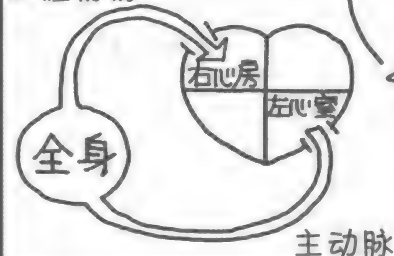
注意，动脉和静脉像这样与心脏连接，心脏有 4 个腔和 4 个瓣膜，

大致可以将它分为左右两部分。

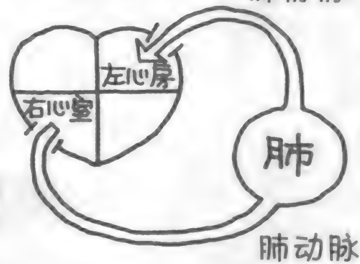


另外，将血液输送出去并推动血液流向身体的左侧心脏较大，它是个强力泵

体循环是指血液从左心室开始流经全身后流回到右心房。



肺循环是指血液从右心室开始流经肺后流回到左心房。



感觉上左侧心脏、右侧心脏是“装置”，体循环、肺循环是血液循环的“路径”。

基本上明白了，我……

那么继续吧。

当心肌肌肉受到电子刺激后会按照有规律的节律进行跳动，从而引起心脏的收缩扩张，这一点你知道吧？

传导心脏收缩扩张节律的是刺激传导系统吧？

没错！

那么，

让我们把它比喻成足球队，看看刺激传导系统是如何开球的!!

SOCC

咦？
什么？足球？

作为心脏节律的信号源，指挥电子刺激的人就是领队。

领队

窦房结

领队

窦房结

主将

房室结

心肌

选手

接着刺激传给主将，

再由主将传给各个选手。

主将和各个选手之间密切配合，非常团结。

主将与队中的每一个选手都紧密地联系在一起。





脑
这次一定要避免被淘汰！
窦房结
好好防守，伺机反击！
房室结
今天我们一定要赢！
心　肌
嗨，嗨!!
左束支
希氏束
右束支
浦肯野纤维

【刺激传导系统补充知识】为了便于大家理解刺激传导系统的大致流程（窦房结→房室结→希氏束、左束支、右束支、浦肯野纤维），本书将它比喻成了足球队的指令系统。详细流程是在窦房结所产生的刺激经心房肌（此时心房会收缩）传到房室结。之后的刺激传导流程如上图所示。

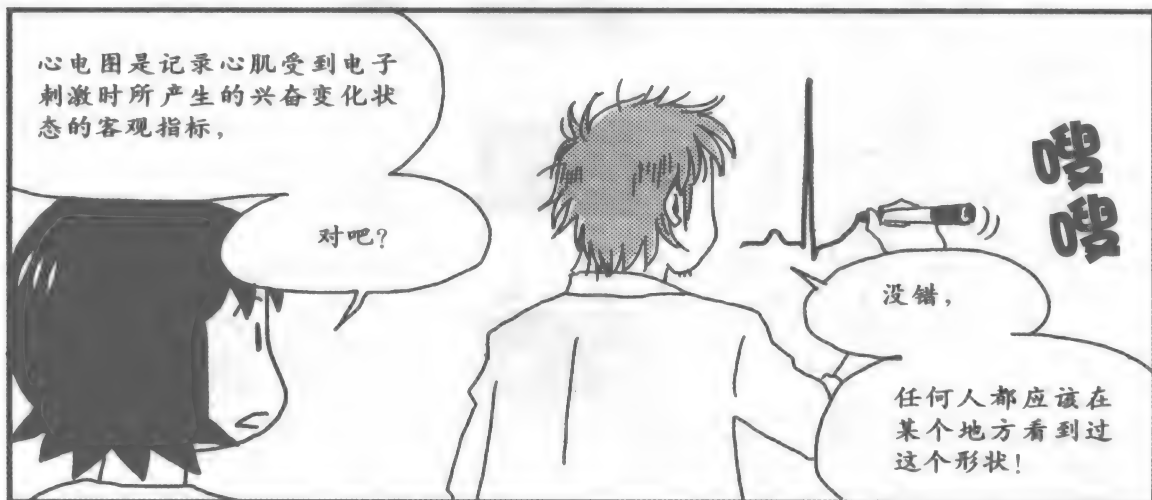

这样，在传递节律指示时，心脏就会收缩。


嗯，
确实这样比喻的话，初次接触生理学的人也能理解……

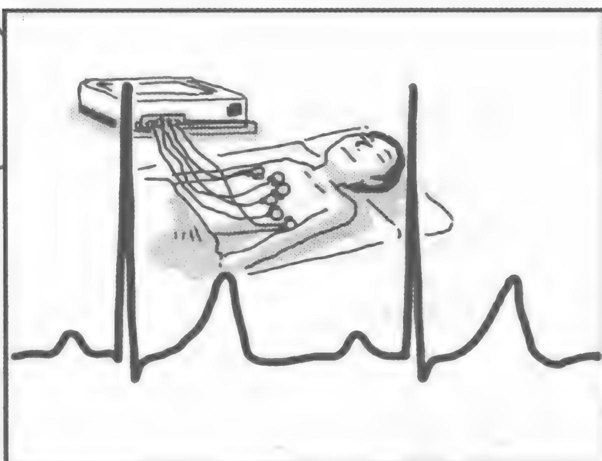
2. 心脏跳动和波形


真的吗？


那么，
我再来讲一下有关心电图和心脏跳动的知识吧。


心电图是记录心肌受到电子刺激时所产生的兴奋变化状态的客观指标，
对吧？
没错，
任何人都应该在某个地方看到过这个形状！

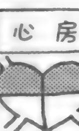

让我们来看一下这个波形与心脏兴奋的关系。



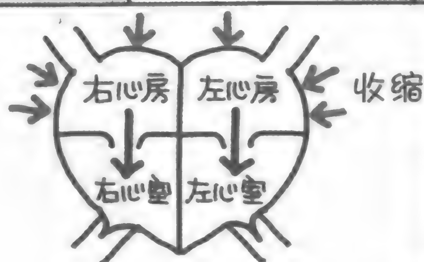

关于心电图的知识我记得很清楚哦。

首先兴奋由窦房结传递给心房，左右心房会收缩。

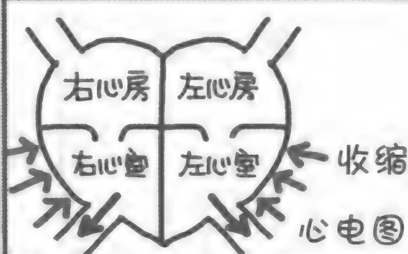

领队
窦房结


心 房
这是 P 波吧？


嗯，并且这个阶段的心脏跳动会因心房的收缩将心房内的血液输送到心室。


右心房
左心房
收缩
右心室
左心室
P
心电图


房室结发出的指示（希氏束、左束支、右束支、浦肯野纤维）传给心肌后，左右心室会兴奋，
这就是 QRS 波。

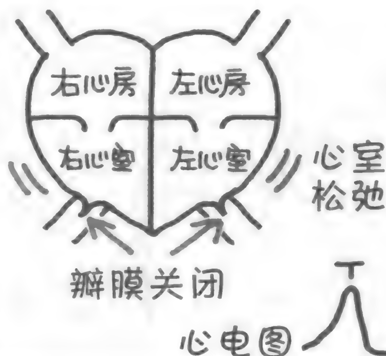

右心房
左心房
右心室
左心室
收缩
心电图
R
Q S


接着就会传给心室吧，

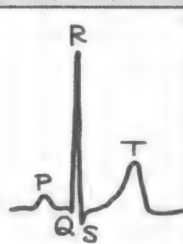

哇噢
心室收缩后其中的血液会被分别输送到主动脉和肺动脉中。
嗯。

最后是T波，

在此处心室的兴奋会结束，心室会松弛。



以这种感觉去理解就OK了！



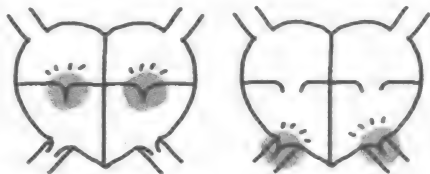
原来如此！

另外，你知道心音在什么时候会发生吗？

是瓣膜关闭时吗？

对。

心脏内的各个瓣膜就像响板一样，在关闭时就会发出声音！



今天就讲这些内容。

当然我们必须记住生理学的概念，如果在我们的头脑中对生理学有一个基本印象，知道它在人体中是以什么流程来运行的，我们就会发现它的趣味性了。

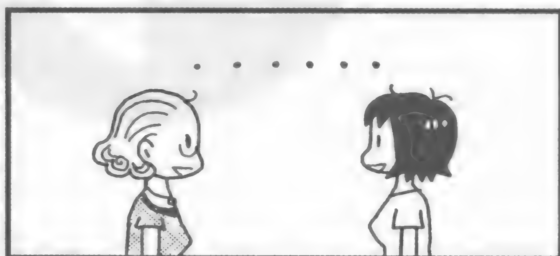



您讲得很容易
理解……


喂，纽子！


你知道吗？
你是马拉松赛的代表。


不过那也是理
所当然的哦，
毕竟我们班上只有你
一个人有过田径比赛
的经验。
哈
哈


……


什么！！
我还要补考生
理学呀！！

follow up 补充说明



循环器官是指将血液和淋巴等运输到全身的器官。它通过心脏、血管、淋巴管等将氧气、营养、激素等运输到身体内部的各个组织器官，同时把废弃物集中到身体内部的各部位。
让我们再来学习一下循环器官系统的结构和功能。

3. 心电图原理

构成心脏壁的肌肉受到电子刺激会收缩，引起其收缩的是刺激传导系统。

由窦房结产生的刺激像波一样流经整个心房，从而引发心房收缩。当刺激到达位于右心房和右心室之间的房室结后会被传递给希氏束。希氏束分为 2 根，我们将它们称作左束支和右束支。左束支往左心室方向、右束支往右心室方向又被分出好多条细的分支，这些细的分支就是浦肯野纤维。刺激传导系统就是由被称为特殊心肌的组织构成的。

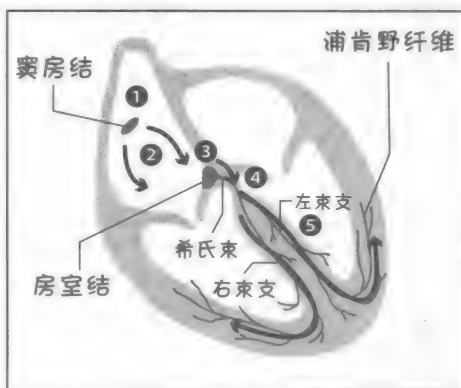


图 1.1 刺激传导系统流程图



窦房结会自动地发生兴奋吧。



没错，即使不接受大脑和脑干的命令，每分钟也会发生 60 ～ 80 次兴奋，也就是说这是每分钟正常的心跳数。

虽然房室结等其他特殊心肌也会产生刺激，但是窦房结所产生刺激的次数最多，通常都是它优先。当窦房结功能出现问题时，房室结会代替它成为心脏起搏器，不过它产生刺激的速度慢，因此心率（每分钟心跳次数）会变少。

心电图就是把刺激传导系统传递给整个心肌的电子兴奋描绘出来。心电图通常是在胸部接上 6 个电极，在双手和双脚上分别接上电极后由 12 个导联来计测。

※ 左脚接取心电图的电极，右脚接地线。

心电图检查 12 个导联

四肢导联	胸部导联
右手、左手、左脚 3 处的电极	围绕心脏的 6 个电极
从垂直面看心脏的方向	从水平面看心脏的方向
I、aVR、aVL、II、aVF、III	V1 V2 V3 V4 V5 V6

我们将 I 、II 、III、aV_R、aV_L、aV_F 这 6 个导联叫做四肢导联，将 V_1 ～ V_6 这 6 个导联叫做胸部导联。





为什么需要 12 个导联呢？



我们可以将导联看成来自于连接电极的照相机视线（即从照相机取景框中往外看的视线）。如果只有一处视线的话，就很难明白心脏的状况，如果从 12 个方向看的话，就难有遗漏之处了。

当心肌和刺激传导系统发生异常时，心电图的波形会发生各种变化。如果是有节律的心脏收缩，就会出现连续的固定波形。但是当心脏收缩不正常时，就会产生不规则的波形，我们将这个叫做心律不齐。

※ 除了无规律的心脏收缩外，有时心率过快及有时心率过缓的状况也属于心律不齐的一种。



对了，你认为心脏收缩一次可以将多少血液输送到主动脉中？



嗯，大约 1 瓶牛奶那么多吧？

喂，等等！心脏只有拳头那么大，不可能有200ml的容量吧？心脏的每搏输出量（每次搏动输出的血量称为每搏输出量）大约为70ml，就像1小瓶乳酸菌饮料（65ml）那么多。另外，每分心输出量可以按照如下公式来计算。

心输出量（ml/分）= 每搏输出量（ml/次）× 心率（次/分）

Check！

- 幼儿的心率比成人快，随着幼儿逐渐成长，其心率值会慢慢接近成人的心率值。老年人的心率会略微变慢。
- 人体全身的循环血量（第28页）大约是5L，所以大概每分钟在全身循环一次。

4. 循环器官系统和神经的关系



人在吃惊、说话、运动时心率都会增加。这是因为自律神经（第6章P.134）在发挥作用。当人处于紧张或运动状态时，需要更多的血流，这样交感神经就会兴奋，从而刺激窦房结使心率加快。相反，当人处于放松状态时，副交感神经会使心率减慢。



但是，在不接受大脑命令的状态下，窦房结也会自发地产生刺激吧？



问得好！

确实窦房结能够自发地产生刺激，但是产生的次数是由自律神经来调节的，表1.1表明了自律神经在循环器官系统中的作用。

表1.1 自律神经在循环器官系统中的作用

	交感神经	副交感神经
心　率	增　加	减　少
心脏的收缩力	增　强	减　弱
血　压	上　升	下　降
血　管	收　缩	扩　张

5. 冠状动脉血流

在我们讨论血液循环之前最好先了解一下心脏是如何摄取氧气和营养的。



你知道把氧气和营养输送到心肌的血管是什么吗？



是冠状动脉？

没错，也可以叫它冠动脉。环绕心脏一周的冠状动脉恰似一顶王冠，这就是其名称的由来。它主要被分为右冠状动脉、左冠状动脉（图 1.2（a））。虽然心脏中有大量的血液，但是却不能从中取得氧气和营养，这真是一个具有讽刺意味的组织。

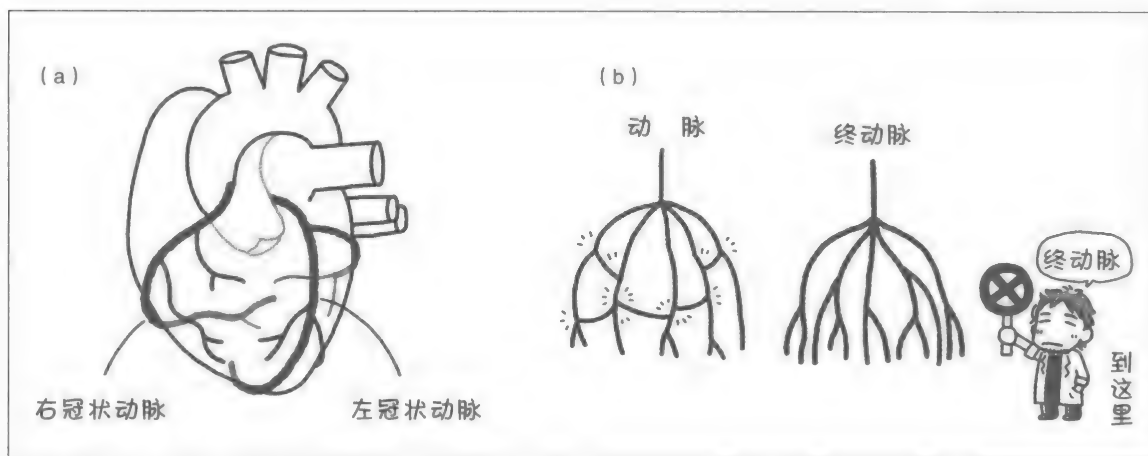


图 1.2　冠状动脉和终动脉

几乎所有内脏器官的动脉都会分支，并且在分支之间吻合。因此，即使有一处的血管堵塞，血液也能通过其他血管流通。但是，围绕心脏的冠状动脉被称为终动脉，其动脉分支之间没有任何吻合（图 1.2（b）），因此，一旦终动脉的某处堵塞，流向动脉末梢的血流就会中断，从而引发心肌梗死。

Check！

- 终动脉除了在冠状动脉中能见到，在大脑中也能见到。

6. 全身的血液循环



血液循环包括两条途径，你能解释一下吗？



肺循环的途径是血液从右心室出发流经肺部后流回到左心房，主要是为了吸取氧气。体循环的途径是从左心室出发流向全身各器官后流回到右心房，主要是为了向身体各部位输送氧气和营养。

没错！在本书的第 27 页附有肺循环和体循环的流程图。这是今后学习各器官知识的基础，所以一定要事先把握它的整体概念。

在此也最好事先了解一下动脉和静脉的相关知识。要记住动脉是由心脏发出的血管，静脉是导血回心的血管，经过毛细血管后回到心脏。

动脉因为要接受由心脏强力压出的血液，所以其血管壁厚、弹性高、内压大。静脉的血管壁薄，在各处都有静脉瓣，静脉瓣能够防止血液倒流。并且静脉内压低，血流依靠周围的肌肉等组织来辅助。在静脉中，还包括位于皮下浅表的浅静脉，又称皮下静脉，这也是静脉的特点之一。我们经常利用肘部的静脉来采血，那也是皮下静脉哦。

动脉很多都位于身体深部，但是也有很多地方能够感觉到脉搏。

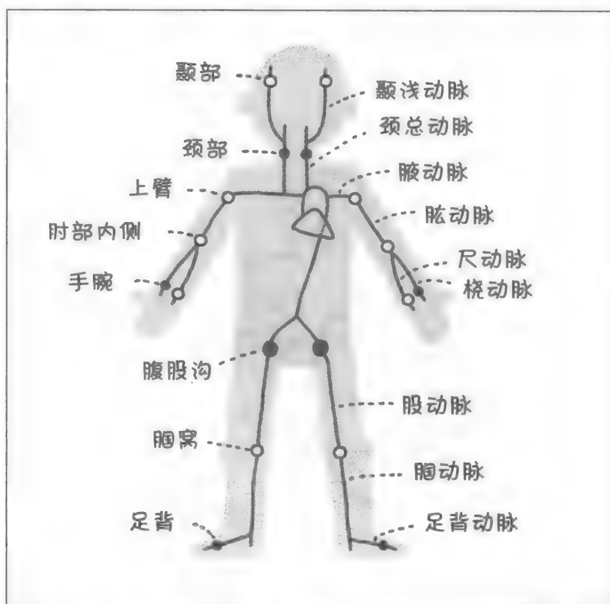


图 1.3 能感觉到脉搏的部位

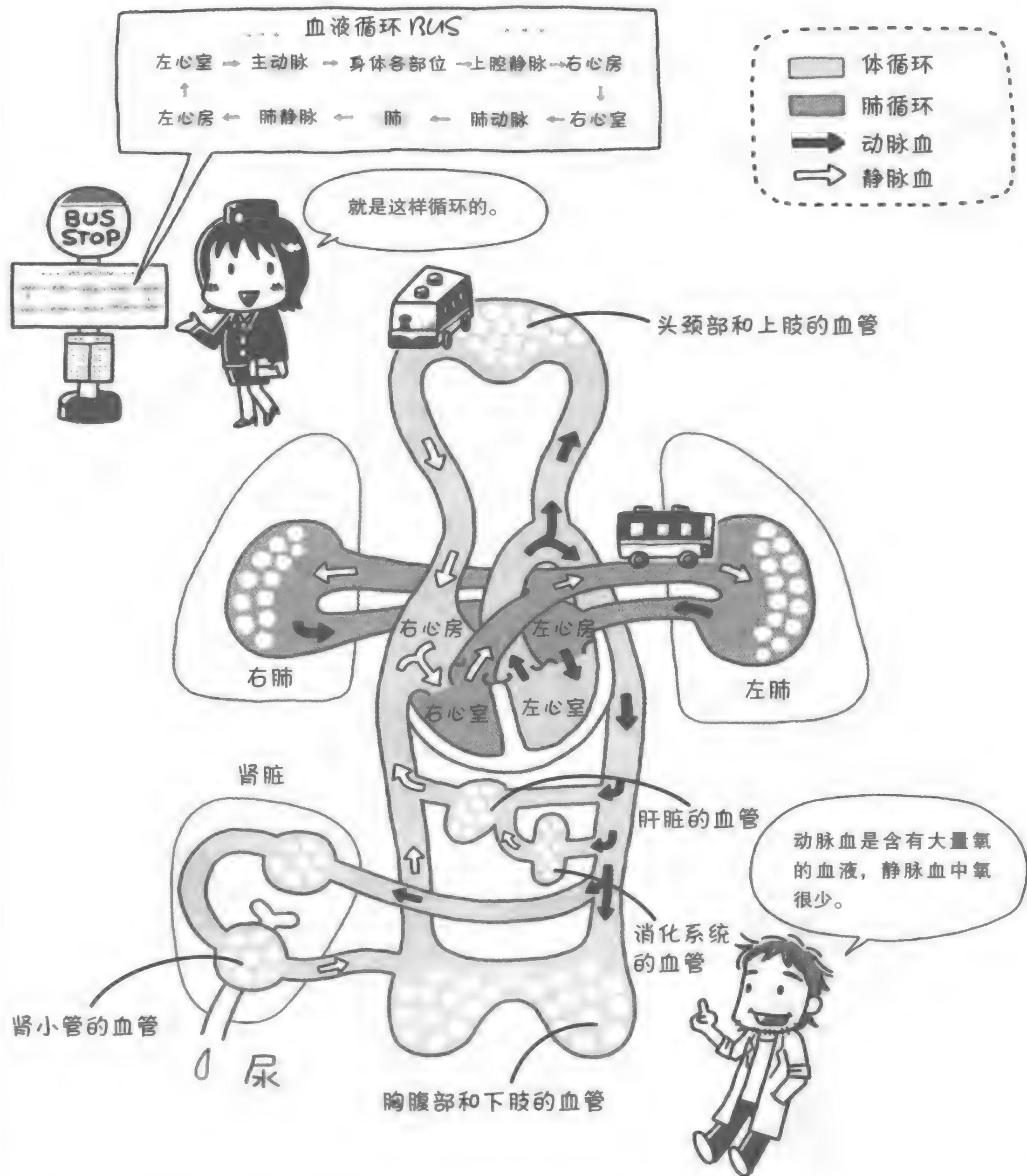


在手臂等较浅部位的动脉处就能够感觉到脉搏吧。



没错，临床上在手腕的桡动脉和脖子的颈动脉处感觉到的脉搏次数比较多。

血液循环概略图



※ 一般在动脉中流着动脉血，在静脉中流着静脉血。但是也有例外，比如在肺动脉中流着静脉血，在肺静脉中流着动脉血。

7. 血 压

所谓血压是指血管内的压强（内压），但是我们一般所说的“血压”是指接近手腕等靠近心脏部位的粗动脉受到的压强。



影响血压的因素有哪些?



因素？那个，年龄？……

嗯，确实一到中老年，血压就会有升高的倾向，但是在这里要从生理学的角度来考虑这个问题。影响血压的因素有三个，它们分别是循环血量※、心脏的收缩力（心肌收缩力）、血管的粗细。例如，当循环血量、心脏的收缩力一定时，血管越细，血压越高。并且，因大出血导致血液量减少时或因心肌梗死导致心脏的收缩力减弱时，血压就会下降。血压会发生波动，当心室收缩时血压会升高，当心室扩张时血压会降低。我们将位于血压最高点的血压叫做收缩期血压，位于最低点的血压叫做扩张期血压。

※ 动脉内存在的血液总量。

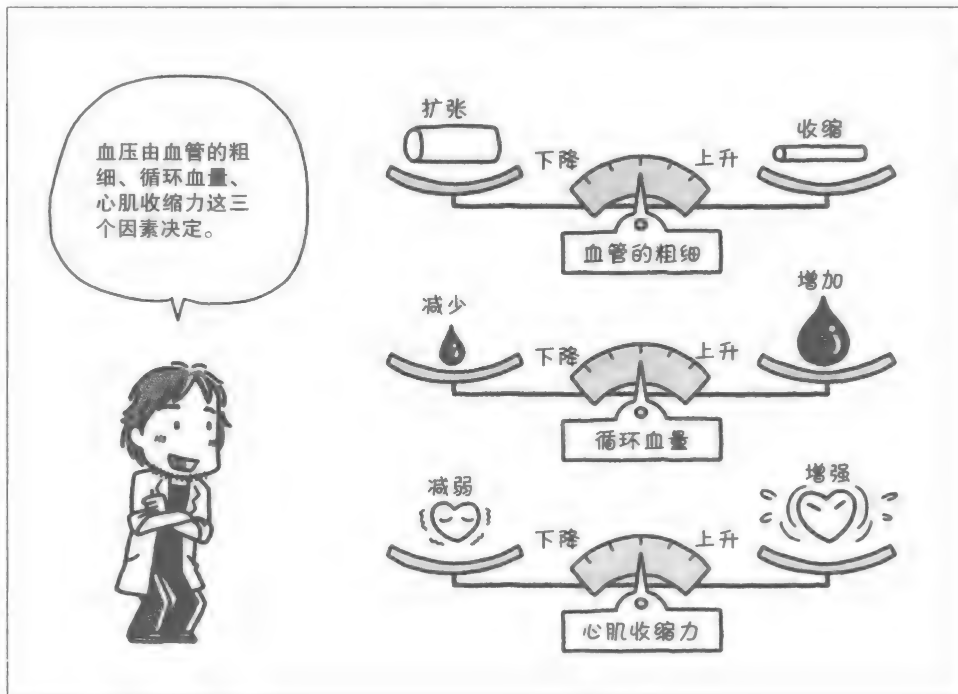


图 1.4 影响血压的因素

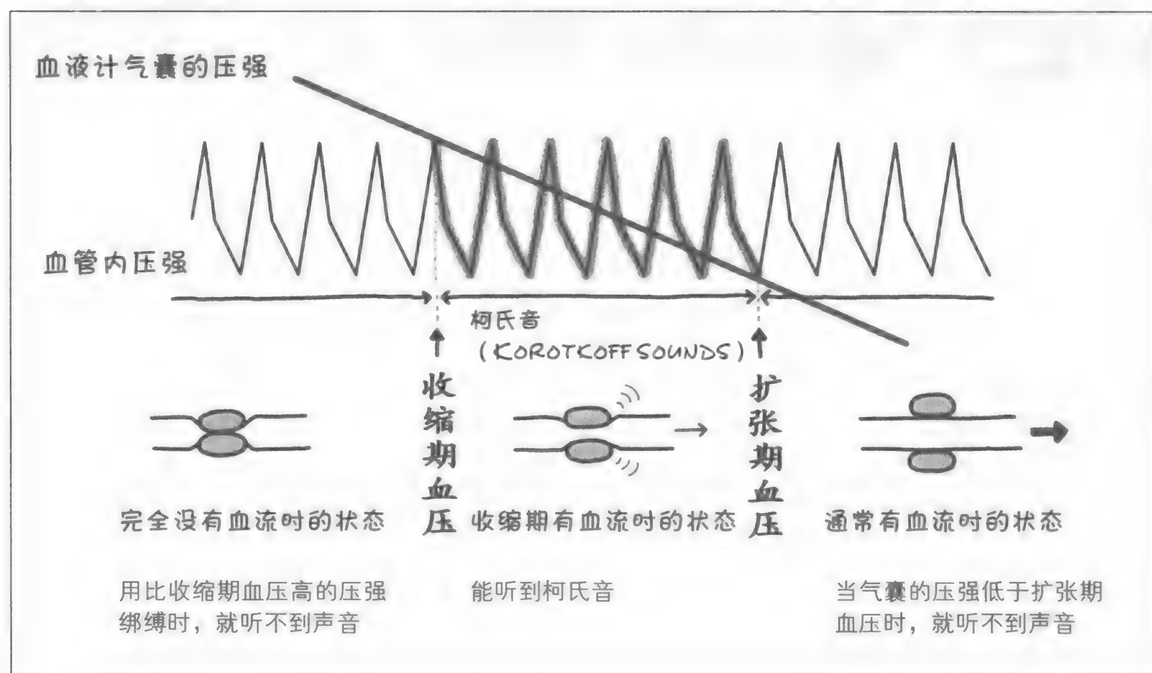


图 1.5　用听诊法测血压



你学过测血压的原理和技术吗？



在基础护理课时学过！

嗯，首先往缠在上臂上的气囊中加入空气，止住血流。接着，再把气囊中的空气一点一点地抽出来，就能够从听诊器中听到“咚咚”的声音※，这个阶段就是收缩期血压。然后继续抽出气囊中的空气，直到听不到任何声音的时候就是扩张期血压。

※ 我们将从听诊器中听到的声音叫做柯氏音，柯氏音是血流时而流动、时而停止时的声音。

Check！

血压的单位是 mmHg（毫米汞柱）。mmHg 指施加压强使水银上升的毫米数。

8. 淋巴系统

循环器官系统还包括淋巴系统。淋巴系统的功能是回收由毛细血管渗到组织器官中的一部分体液使之流回到心脏中，此外还有淋巴结的免疫功能。因此，淋巴系统既是循环器官又是免疫系统器官。

在末梢组织中，毛细血管和组织之间会交换组织液，一部分组织液会被淋巴管回收。我们将淋巴管内的体液叫做淋巴。淋巴的流量 1 天约 3L。

淋巴管起始于毛细淋巴管，慢慢地汇集变粗，在淋巴流动的过程中会经由一系列的淋巴结，最后进入左右的静脉角（锁骨下静脉和内颈静脉的汇合点（图 1.6））。在淋巴管的内侧附有瓣膜，它能防止淋巴逆流。

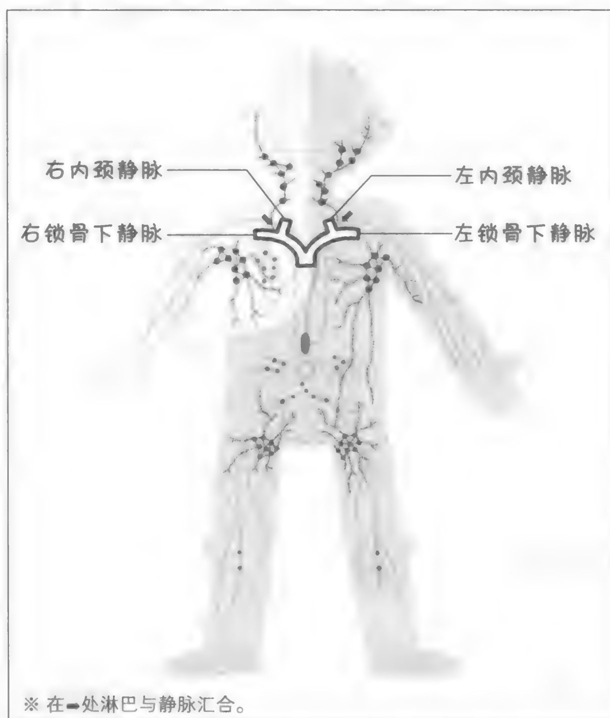


图 1.6 全身的淋巴系统



淋巴管在身体左右不对称吧。



嗯，你观察得很仔细！

请注意图 1.6 中的网状的深浅。由右上半身的淋巴管汇集的右淋巴干会进入右边的静脉角，剩下的由左上半身和整个下半身汇集而成的淋巴管会进入左边的静脉角。

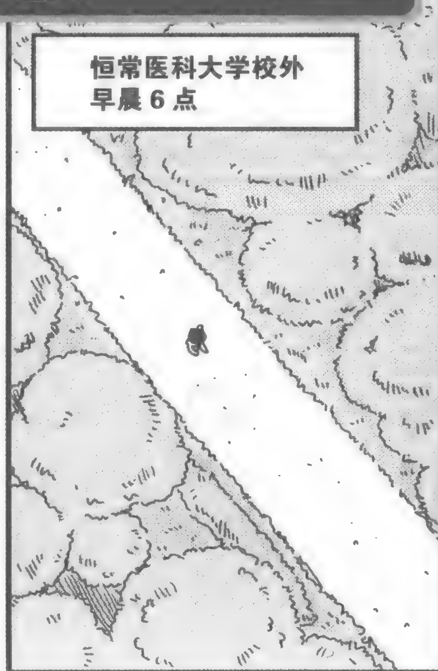
Check！

- 流入淋巴结的癌细胞在此增殖就是癌的淋巴结转移。

第2章 呼吸器官

在肺中的空气与血液的亲密关系

1. 呼吸的作用





是“恒常露天咖啡馆”一年的甜品免费券哦！

拜托你了！纽子！

嗨哟

1个小时后

呼哧 呼哧

上午9点	上午10点
补考 	马拉松大会 

呼哧 呼哧

……什么嘛！

与补考在同一天，也太难为我了吧！

如果不推掉比赛的话——

呼哧

呼哧




哇啊！
解生老师？


呼哧呼哧
您吓我一跳。
呼哧 呼哧
呼哧
您在干什么呢？
呼哧
这么早。
呼哧
呼哧


正如你所见，我在捕捉昆虫。
人体很奇妙，昆虫也很奇妙、很有趣哟。
这是我唯一的兴趣。


呼哧
呼哧
呼哧
是吗？
运动保健科的教授就应该做体育运动吧！


不过，你好像喘不过气来似的。
呼哧
肩部放松，
呼哧
做一下腹式呼吸就好了哟！
感受一下横膈膜。
呼哧
啊，好的。


哈啊
哈啊


对了，老师！


我要参加这次的马拉松大会，
您有什么短期见效的练习方法吗？
嗯嗯，这个嘛，


短期的呀！


让我们来探讨一下有关呼吸的话题吧。
归根结底又是生理学……？
昨天是心脏，今天是呼吸……


这两个都是维持生命不可缺少的。
你知道呼吸具有产生能量以支撑身体运动、维持体温的作用吧？


人从食物中摄取的养分被氧气氧化后就会产生能量，并释放出二氧化碳（CO_2）。
汽车
汽油 O_2
排气（主要成分是 CO_2）
汽油与 O_2 混合在一起燃烧后在内燃机内会产生能量
人
食物 吸入 O_2
在体内以 O_2 来氧化养分
呼出 CO_2
嗯，这与汽车把汽油和氧气反应所产生的能量作为动力很相似。

2. 换气原理


是啊！
另外，我们在昨天的课上讲过血液具有输送氧气的作用吧？


because
呵，
是那个吧，
毛细血管
肺泡
CO_2 O_2
血液是从肺泡中取得氧气的。


那么血液是如何获取吸入到肺中的氧气的？

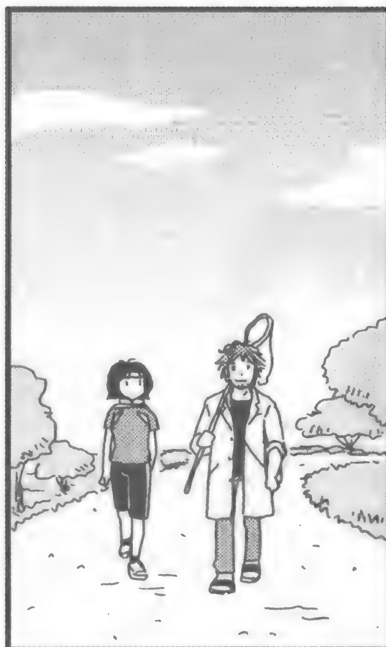

没错，


同时肺泡从血液中获取二氧化碳。


不过，
我们将在肺泡中进行的氧气与二氧化碳的交换叫做气体交换。


怎么感觉像在上课一样啊……
呜呜
好了，好了！


我们边走边说吧。



那么，老师，
对马拉松有用的话题呢……
啊，对哦！

那么，你知道把空气吸入肺中的原理吗？

肺时而扩张，时而收缩。


如果进一步从生理学的角度来叙述呢??
还是上课……
嗯，
肺位于由横膈膜和胸壁组成的胸腔中，因为胸腔中的压强的变化，肺就会时而扩张，时而收缩。

哦，没错。
肺是不能依靠自己的能力来扩张的。

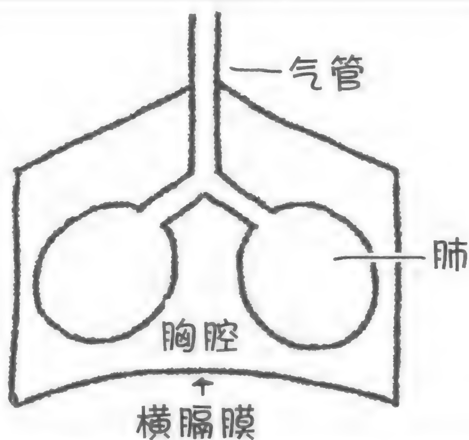
嘿嘿嘿
可是，这对我的补考没有什么用吧！
……你可不要骄傲自满哦。
呵


沙沙
沙沙


沙沙

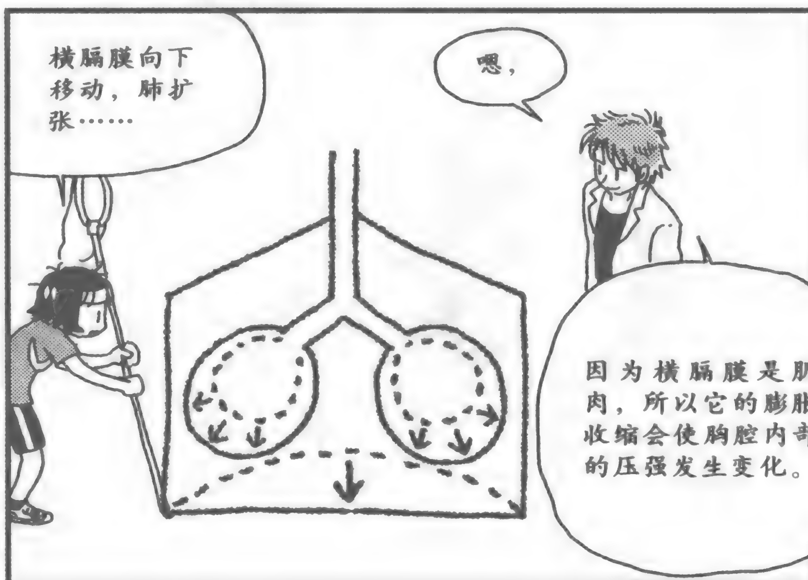

好，
就这样了。


看看这个肺
与胸腔的图。


气管
肺
胸腔
横膈膜

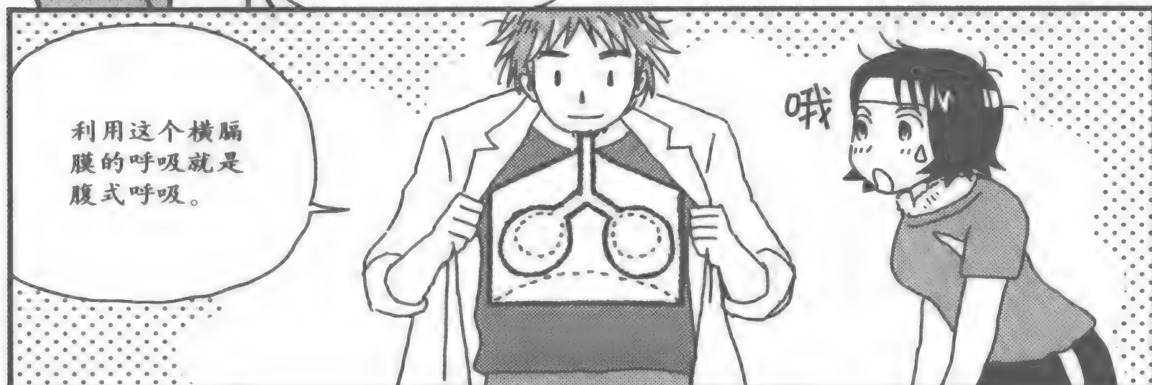



唐田同学，你
刚才说过胸腔
中的压强会发
生变化吧？
请你用这个图
来解释一下！


横膈膜向下
移动，肺扩
张……
嗯，
因为横膈膜是肌
肉，所以它的膨胀
收缩会使胸腔内部
的压强发生变化。


原来如此啊，
横膈膜啊，
如果是烤肉的横膈膜的话，就是harami！

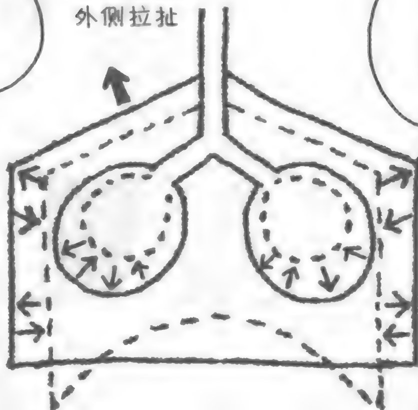

哦，
你肚子饿了吧……
吱吱
吱吱（烤肉声）
才不是呢!!


利用这个横膈膜的呼吸就是腹式呼吸。
哦


在减肥书中我经常会看到“让我们一起来体验腹式呼吸吧”。
瘦身！
减肥
那我们不体验这种呼吸时的呼吸是？……


哦，
很多男人平常就是采用腹式呼吸，
而女人平常很多时候都是采用胸式呼吸。
胸式

胸式呼吸用的是肋间肌吗?



稍微补充一点，肋间外肌收缩时，胸腔会舒展，将空气吸入，

当收缩的肌肉恢复原状时就会呼气，

这就是胸式呼吸。

【胸式呼吸补充知识】怀孕的妇女，其妊娠子宫会将肺和横膈膜往上抵，一般都采用胸式呼吸。

那么，肋间内肌呢?

缩在内侧是……

在强烈呼气时会用到它。

在测肺活量时我们一般都会“哈啊”地强烈呼气吧，此时会有一种突然紧缩的感觉。

总之，我们吸气时会用到肋间外肌，强烈呼气时会用到肋间内肌。

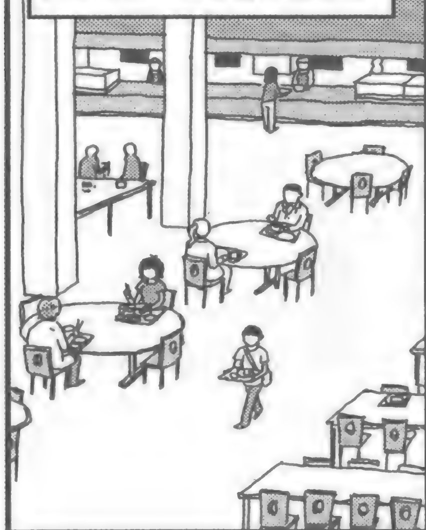
肋间肌啊，如果是烤肉中的肋间肌的话，就是带骨牛背肉!

你有没有在认真听啊?

它确实只是肋骨之间的肌肉。

我们还是先去吃早饭吧……

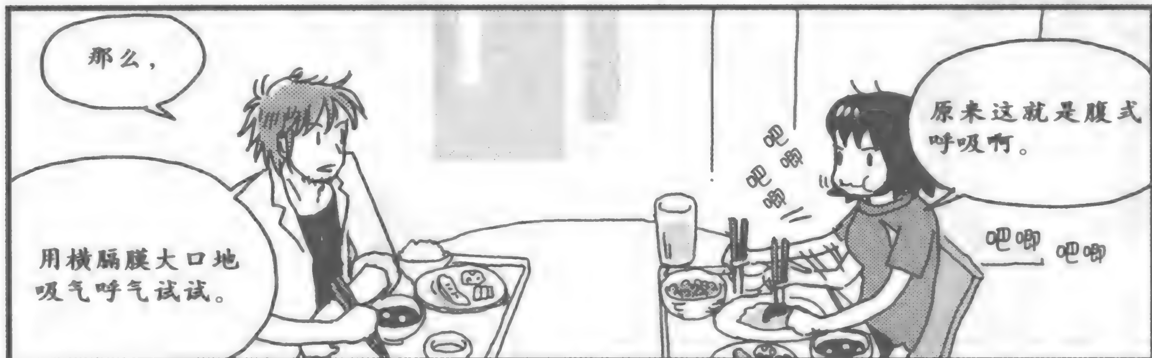
3. 呼吸的调节



大学内的“恒常露天咖啡馆”



你不觉得腹式呼吸对马拉松也有用吗?
因为做一次腹式呼吸的空气替换量，即一次换气量比胸式呼吸要多，
所以?
所以能够产生更多的能量来支撑身体运动。



那么，
用横膈膜大口地吸气呼气试试。
原来这就是腹式呼吸啊。
吧唧 吧唧



不过，你好能吃哦!
食欲是不能控制的吧……
哈 哈哈



心脏的跳动也不是自己的意愿所能控制的哦!
哈哈 哈


这就是维持生命的结构，
不过，呼吸是可以让它变化的哦。
哦，是吗？


就像老师刚才所说的那样，在测肺活量时？


嗯，
调节呼吸次数和呼吸深度的呼吸中枢位于脑干这个地方。
脑
脑干


脑干……
就是维持生命的装置吧？
呼吸
心脏的跳动
没错，脑干中有调节呼吸运动的神经元。


例如，不由自主地吸气后停止，这是自我意识吧？
呼哧
呼哧
自我意识
不过，当到达一定限度后，
哈啊！
开始呼气，呼吸的次数就会大大增加。


哦！
原来如此！
在这个呼吸过程中，这一与身体活动不相符的指令就是来自于调节呼吸运动的神经元。


那么，这个调节呼吸运动的神经元是通过感知什么来发出“对身体不适”这一指令的？

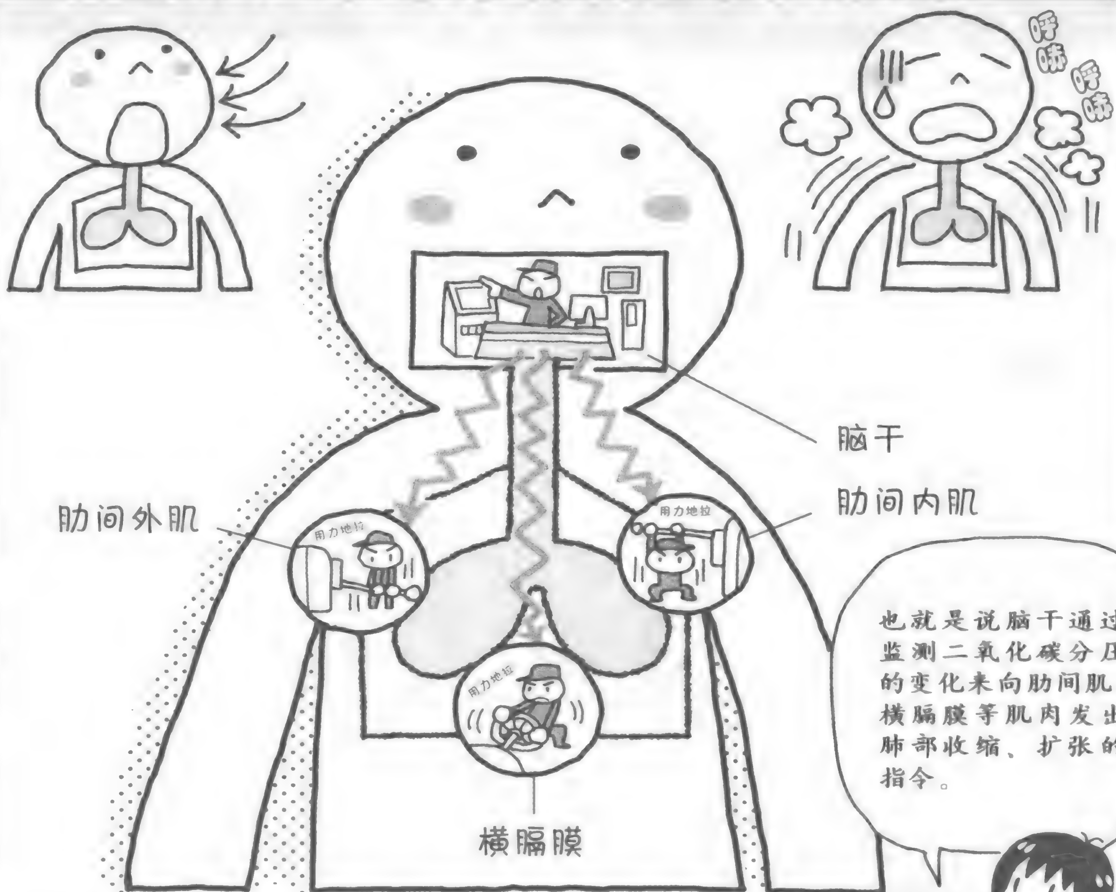

是氧气不足，对吗？


嗯，虽然也感知到了氧气，但是主要还是感知到动脉内血液中的二氧化碳的“浓度”。
二氧化碳
浓度高
呼哧
呼哧
浓度低
哈
咝
二氧化碳开始增加。
CO2
CO2
CO2
哦

反映二氧化碳浓度的测定值被称作二氧化碳分压。

※ 呼吸中枢也能感知到氧气分压，但是主要还是感知二氧化碳分压。有关氧气分压只要当成是“参考信息”来对待就可以了。

就是通过脑干来感知分压，从而使肺发生扩张、收缩。



follow up 补充说明



呼吸器官是吸入获取能量所需要的氧气，呼出体内所产生的二氧化碳的系统。那么，让我们再来学习一下可以被称为呼吸器官系统中心体的肺与其功能的相关知识。

4. 外呼吸和内呼吸

前面我一直都在解说空气进出肺部，即“气体交换”的相关知识，下面让我来说明一下由呼吸运动所吸入的氧气是如何被输送到体内，又是如何将体内所产生的二氧化碳排出的。

首先我们将吸入氧气、呼出二氧化碳的过程叫做气体交换。气体交换可分为外呼吸和内呼吸，外呼吸是指肺中的空气和血液之间所进行的气体交换，内呼吸是指在末梢组织中血液和组织之间所进行的气体交换。

外呼吸是在位于肺中的葡萄串状的肺泡（图 2.1）内所进行的气体交换，内呼吸是在围绕全身组织的各细胞之间所进行的气体交换。如果重新看一下第 1 章第 27 页的血液循环概略图中的肺循环和体循环，就更容易理解外呼吸和内呼吸。

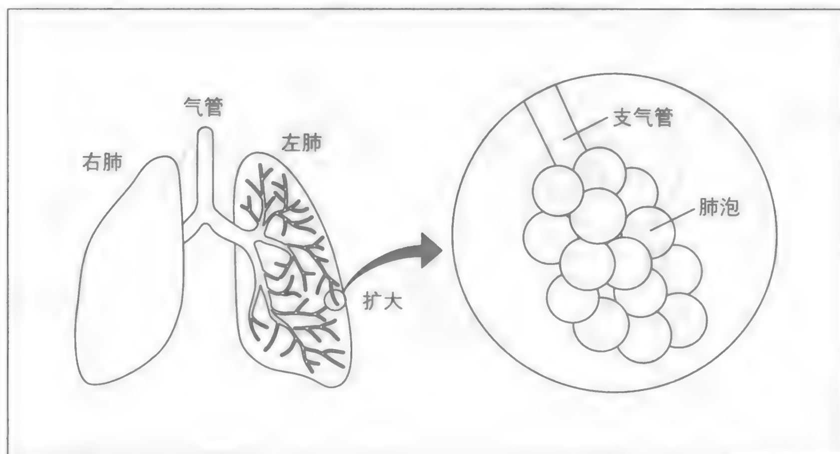
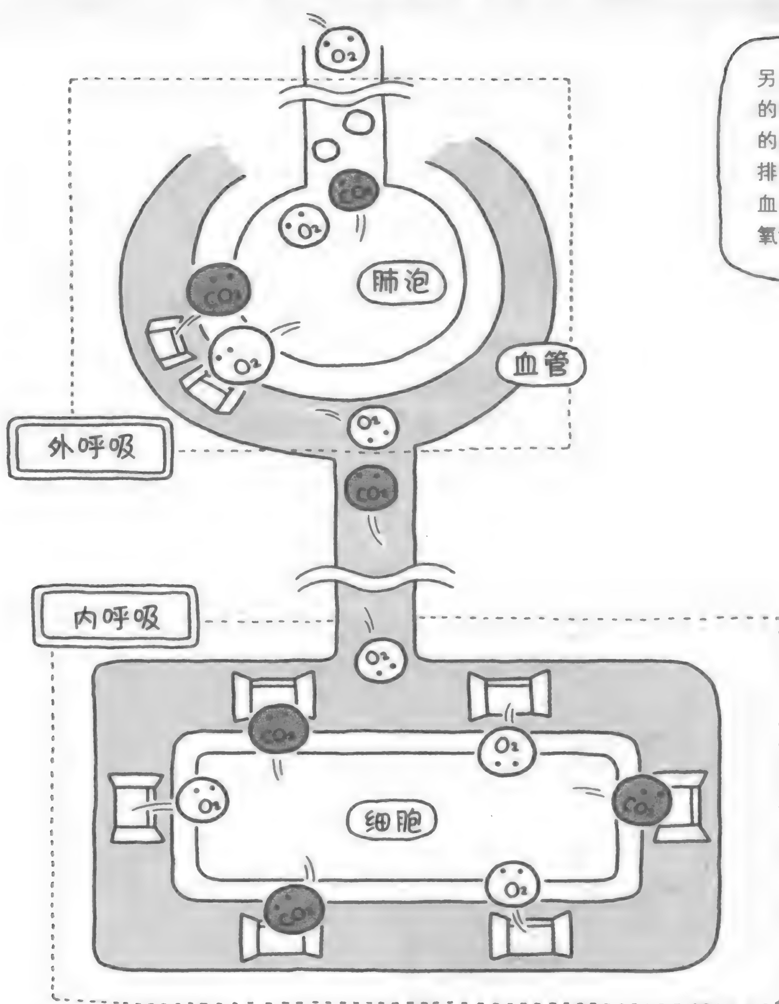


图 2.1 肺泡的放大图

外呼吸和内呼吸



另外，血液中所含有的来自于各组织细胞的大量二氧化碳会被排放到肺泡中，同时血液会从肺泡中吸取氧气而回到心脏中。





在每一个肺泡中都在进行这样的气体交换吧。



没错，虽然一个肺泡很小，但是其数量很多。据说如果把所有的肺泡都展开在一个平面上，会有一个羽毛球球场的面积那么大。这下你清楚气体交换的表面积很大了吧。

Check！

- 在外呼吸、内呼吸的过程中所进行的气体交换都是按照扩散（第 5 章第 103 页）的原理进行的。这个原理的主要内容是气体会从浓度高的区域向浓度低的区域扩散，直至扩散区域内的气体浓度相等。

5. 血液中的气体分压

让我们再进一步详细地探讨一下有关气体交换的知识。作为气体交换的结果，到底有多少氧气和二氧化碳进入到了血液中呢？要知道这一答案，先要了解气体分压这个概念。

分压是指混合气体（空气等）中的任一组分的摩尔分数与总压强的乘积。例如，氧分压用 P_O 来表示，二氧化碳分压用 P_{CO} 来表示，这里的 P 对应的英语为 pressure。不过，只要将这里的分压当做表示氧气和二氧化碳在血液中的含量的指标就可以了。

那么，让我们根据空气中的成分来考虑一下血液中的气体分压。空气是由 21% 的氧气、0.03% 的二氧化碳以及剩下的约 79% 的氮气等其他气体组成的混合气体，但是人不会把氮气作为呼吸气体，而且二氧化碳含量几乎为零，因此，在此首先知道的只是有关氧气分压的知识。

另外，可以用单位 torr(托) 来表示分压，大气中的氧分压如图 2.2 所示，为 160torr。

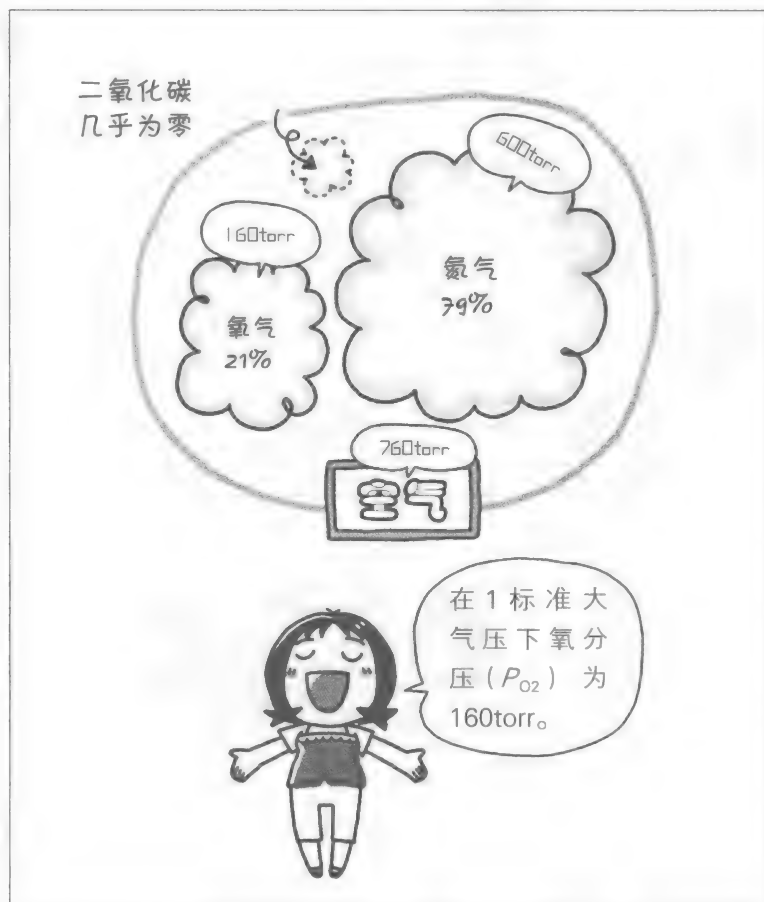


图 2.2 大气中的成分和分压（在 1 标准大气压 (760torr) 下的状态）

那么，人体内的氧分压又是怎样的呢？首先要记住的是动脉中的氧分压可以被表示成P_{aO_2}。同理，二氧化碳分压也可以被表示成P_{aCO_2}。如果是在静脉中，它们可以分别被表示成P_{vO_2}、P_{vCO_2}。这里的 a 是指动脉，v 是指静脉。

请参照图 2.3 来看看人体内的氧分压和二氧化碳分压的变化状况。关于各个值的变化原理有点复杂，在此希望大家首先了解的是各自的基准值：P_{aO_2}为 100torr，P_{aCO_2}为 40torr，P_{vO_2}为 40torr。

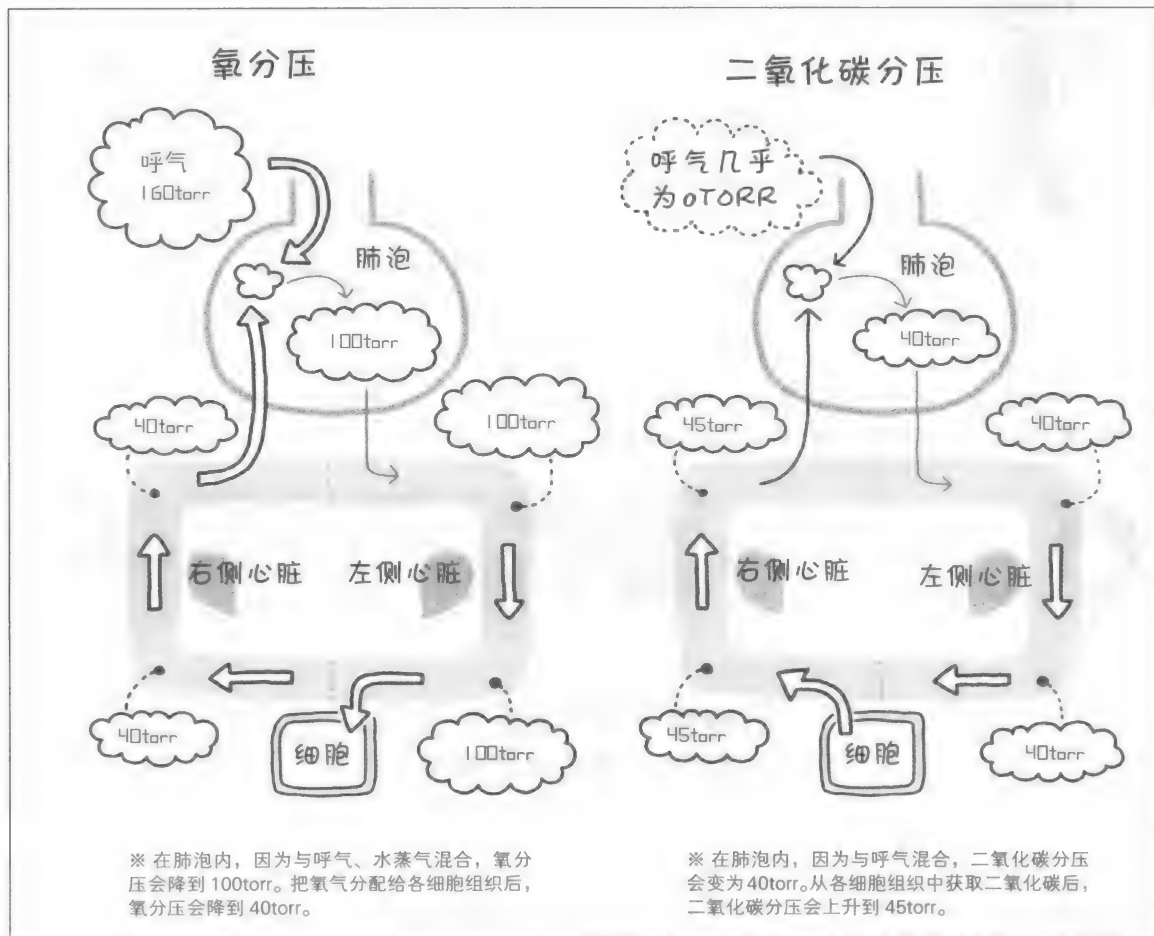


图 2.3 体内氧分压和二氧化碳分压的变化

Check！

- 空气在 1 个标准大气压（760torr）下，其中的氧分压为 160torr，氮气分压为 600torr。这个分压无论在水中还是在大气中都不会变化。
- P_{aCO_2}与体内的 pH 有很大关系（第 48 页）。

6. 酸毒症（acidosis）与碱毒症（alkalosis）



衡量某种液体性质，即看它是酸性还是碱性的标准就是 PH。当然，血液也有 PH，血液的 PH 会根据呼吸的变化而发生变化。如果这个 PH 超过基准值，身体就会发生异常。那么，此时如何来调节这个 PH 呢？

pH 为 7 时呈中性。pH 小于 7 时呈酸性，pH 大于 7 时呈碱性。人体的 pH 为 7.4 左右。因此人体呈弱碱性。通常这个 pH 基本保持在一定水平。我们将这种在体内维持一定状态的结构叫做稳态（Homeostasis）（⇒第 4 章第 89 页）。

当身体机能发生异常时，这个 pH 就会超出基准值范围。我们将偏离基准值倾向于酸性的情况叫做酸毒症，将偏离基准值倾向于碱性的情况叫做碱毒症。

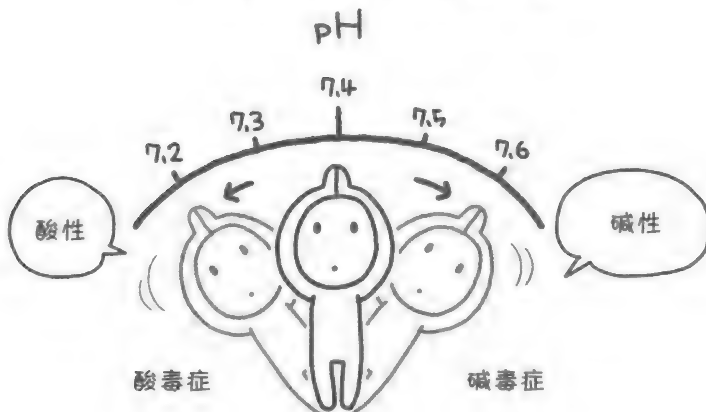


因为 pH 为 7 时呈中性，所以当身体的 pH 为 7.1 时就是碱毒症？



不对，不对。我说的是偏离基准值 7.4 时倾向于某一方向。当 pH 为 7.1 时是倾向于酸性吧？所以正确的答案应该是酸毒症。

若倾向于酸性就是酸毒症、
倾向于碱性就是碱毒症



当人体的 pH 低于 6.8 或高于 7.8 时，人就有可能死亡。不过因为人体本身就是呈弱碱性的，所以不太可能变为 pH 小于 7 的酸性。

那么，酸毒症和碱毒症是如何发生的呢？从呼吸的角度来思考的话，如果酸增加，也就是当 P_{aCO_2} 高时，就会引起酸毒症。相反，当酸减少，也就是 P_{aCO_2} 低时，就会引起碱毒症。

为什么当 P_{aCO_2} 增加时酸就会增加呢？这是因为二氧化碳溶于水后会变成酸，也就是说二氧化碳进入血液后会变为酸。



二氧化碳溶于水？……



那么试着想一下碳酸饮料。二氧化碳也被称作碳酸气体吧，碳酸饮料就是把二氧化碳溶入水后形成的。

Check！

- 在呼吸不畅的状况下，体内的二氧化碳会增多，也就是酸会增加，这样就会引起酸毒症。
- 过度通气综合征就是处于换气过多的状态。这样，过多的二氧化碳被排出，酸就会减少，在这种状态下 pH 会倾向于碱性。
- 在过度通气综合征的状态下，P_{aCO_2} 会降低。
- 二氧化碳在体内溶于水时的反应式是 $H_2O+CO_2 \rightleftharpoons H^++HCO_3^-$。$H^+$（氢离子）在水溶液（如血液）中的浓度越高，就越倾向于酸性。
- 在代谢（⇒第 3 章第 70 页）异常时也会发生酸毒症、碱毒症。

7. 肺的功能

对于呼吸系统的结构大家已经大致了解了吧，最后是有关肺功能的相关知识。自己的肺功能如何？肺以何种状态吸入、吐出了多少空气？这些都可以通过肺功能检查来测定。

肺功能检查结果可以用图 2.4 所示的呼吸运动图（spirogram）来表示。最初的呼吸量曲线是普通呼吸时的状态。曲线的波峰是吸气结束时的状态（安静吸气位），波谷是呼气结束时的状态（安静呼气位）。它们之间的差为 1 次通气量。

接着小曲线之后出现了大曲线。该曲线的最高点是用力吸气时的状态，为最大吸气位，最低点（波谷）是用力呼气时的状态，为最大呼气位。

如图 2.4，肺活量 (vital capacity) 就是表示从最大吸气位到最大呼气位的量。

在此绝对不能忘记的就是残气量。无论如何用力地呼气，肺部、气管、支气管内部都不会变空，在这些地方都会残留一定量的空气。

图2.4 呼吸运动图

我们将这些地方残留的空气量叫做残气量 (residual volume，RV)。残气量与肺活量之和为整个肺的容量，即肺总容量。

肺总容量 = 肺活量 + 残气量



我的肺活量是 3500ml，这对于一个女孩子来说算多的吧？



没错。因为女子的标准是 2000 ～ 3000ml。你挺适合马拉松长跑哟。男子的肺活量为 3000 ～ 4000ml。如果体格大，肺活量也会成比例地大一些。

第3章 消化器官、代谢

必须要分解
才会开始的消化与代谢

1. 消化管








不过，如果在马拉松大会上得了冠军，
我就可以在这里免费吃一年点心了！
那么，加油吧！
嗯。


补考也要加油哦。
嘿嘿嘿


对了，从生理学的角度来看，吃饱了还能吃东西是一种什么状态……


哦，
你自己对此感兴趣是件好事。


那么，我们就从消化器官说起吧。
好的！我想听！

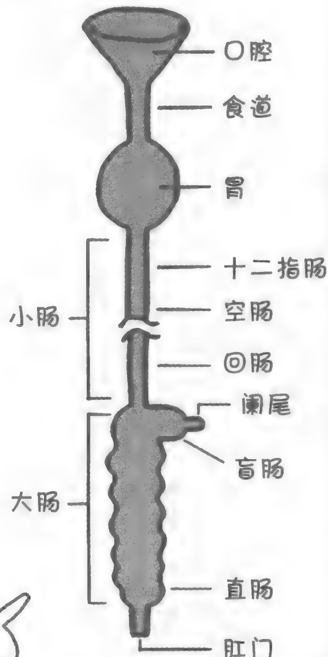

很好，
首先是消化和吸收。你能给我简单地解释一下吗？


消化是指把食物中的养分变成人体能够吸收的形式。
吸收是指将营养摄取到体内。
这都是常识。
嗯！

消化和吸收是以消化管为舞台来进行的。

消化管是一条从口腔到肛门的管道。

竟然在我吃东西的时候说肛门！



首先就是用口咀嚼。

没错，就是充分地嚼碎。

咀嚼一词在形容充分理解事物意思时也会用到。

有时也会说“理解得真快(直译：吞咽得真快)”。

你反应得还真快！

好了，顺便问你一下，你知道消化器官的起点——口的功能吗？

利用牙齿、下颚、舌头咀嚼。

啊！还会产生唾液。

嗯，食物和唾液混合后会变得更容易吞咽。

另外，唾液中还有消化酶※……

※ 具有使食物中的养分变成身体能够吸收的形式的作用。

噢，

消化酶有好多种吧……

唾液淀粉酶

蔗糖酶

胰淀粉酶

胰蛋白酶

胃蛋白酶

麦芽糖酶

糜蛋白酶

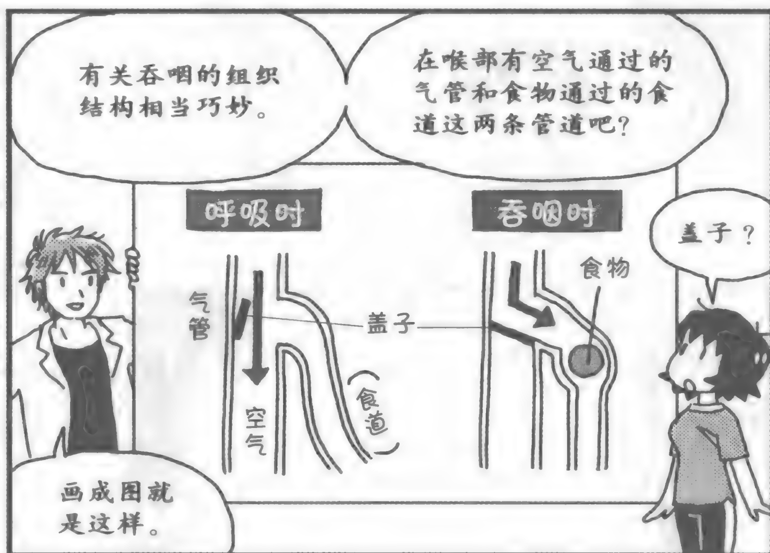
胰脂肪酶

脂肪酶













※ 误咽性肺炎是因为错误地吞咽导致食物和口腔内的细菌等进入气管而引发的肺炎。

2. 食道和胃


不过，你知道食道是如何把食物送到胃里面的吗？
转换话题了啊。
是如何的呢？


啊！
蠕动，是通过蠕动。


很好，记起来了。
啪啪


不过让我们稍后再讲解蠕动运动吧（第58页）。
？
为什么？


哦！
食道之后就是胃。


胃可了不起了！


陶醉样
能用胃液溶解食物就很了不起吗？


喂！
对于盐酸、胃蛋白酶※、黏液的组合，难道你就不感兴趣吗？
啊
不感兴趣……
唰唰
这都是胃液的成分吧。

※ 即消化酶。

盐酸能杀菌！
细菌
盐酸
胃蛋白酶原
胃蛋白酶
黏液的作用就是保护胃壁！
黏液
胃壁
并且变身为胃蛋白酶！
胃蛋白酶能分解蛋白质！
攻击和防守……
完美组合技!!







※ 因为盐酸的作用胃蛋白酶才会具有活性。

3. 十二指肠、胰脏


老师，胃液具有相当强的酸性吧，


因为胃由黏液保护着，所以不能溶解，但是肠会受得了吗？


受得了，受得了，
因为在胃中变得黏糊糊的食物进入十二指肠后，会与碱性的消化液混合。


嗯，是胰脏分泌出的胰液吗？
没错！
来自于胃中的黏糊糊的酸性液体与胰液混合后会被中和。


我明白了！
原来是这样啊。


另外，胰液是一种能够将糖类、脂类、蛋白质这三大营养物质（见第61页）全部消化的溶液！
分解
蛋白质
糖类
脂类
油
胰液
酸性
碱性
胃
肠

4. 小肠、大肠

仔细想一想，消化还真是一项麻烦的工作。

下一步就是要吸收营养物质了吗?

哦!

还有消化的最后阶段的工作。

负責这个工作的是?

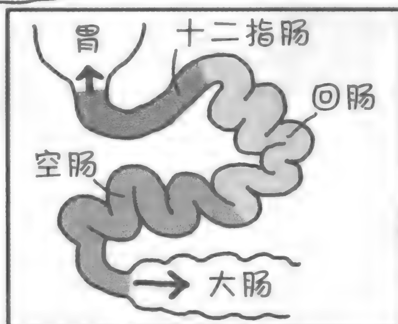
小肠!

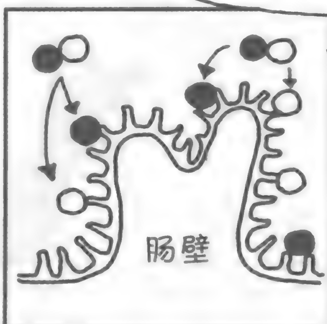
严格地说是十二指肠、空肠和回肠!

它们合称为小肠。

在小肠的黏膜细胞表面完成最后的消化作业后，就会进行营养物质的吸收。









好，来讲一下我们刚才跳过的蠕动运动。



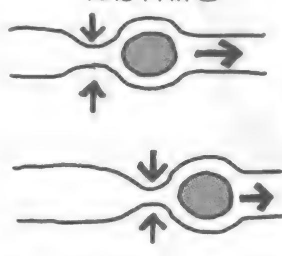


肠与食道一样也是在做蠕动运动。

就是这样一种感觉，像蚯蚓※一样向肛门方向移动。

“蠕”就是“慢慢地爬”的意思。







※ 蚯蚓和水蛭都被称为蠕虫。


蚯蚓给我的感觉就像是在挤牙膏一样。

这也很相似哦。

因为是蠕动运动，所以即使是倒立在无重力状态下也能够吃饭，当然也能够拉屎。

嗯，马上就要到消化器官的终点了。

最后只剩下拉屎了！
还是用大便这个词来表达吧！

因为大肠吸收了水分，
所以拉出的屎就会硬！
啊

说成屎了
说成屎了
嘻嘻嘻
如果水分不被大肠充分地吸收，拉出的屎就是软的。

汗
用软便这个词吧！
好了
好了
不用管它了，接着就是终点站——肛门了。

到这里你就熟悉了……

通过蠕动运动排便。

那么，

我来详细地讲一下。

首先大便到达位于肛门前面的直肠，

大便渐渐地累积在一起，直肠感觉到压迫，反射性地开始收缩。

直肠

肛门

腹压
（随意运动）

直肠收缩
（不随意运动）

松弛

肛门括约肌

排便时

所谓反射是指与主观意识无关的动作※。

※ 叫做不随意运动。相反，我们将有意识地运动叫做随意运动，又叫自主运动。

嗯，

在直肠收缩的同时，位于肛门内侧的肛门内括约肌会松弛。

这也是不随意运动。

蹲在厕所时会发出“嗯啊”的声音，

正确地说这叫做施加腹压。

嗯啊

这里开始与自己的意识相关，这就是随意运动。

当肛门外括约肌松弛后，消化与吸收的漫长旅途就结束了……

5. 三大营养物质

我必须要讲一下在消化和吸收过程中所产生的营养物质。

是糖类、脂类、蛋白质吗？

糖类
脂类
油
蛋白质
肉

嗯，

这三大营养物质就是能量源。

有时也将促进代谢的维生素、无机盐类（矿物质）加在一起，将它们称为五大营养物质。

糖类
脂类
油
蛋白质
肉
维生素
无机质
（矿物质）
MILK
三大营养物质

我们加入后就是五大营养物质。

关于代谢，我一点都不能理解……因为化学反应……

嗯……

那么，在这里，

请先记住在体内经常进行的化学反应。

首先是三大营养物质。

那就拜托您了！

首先是糖类。

糖类物质包括葡萄糖、果糖、半乳糖、乳糖、麦芽糖、蔗糖、淀粉等。

脑的能量源是葡萄糖吧！

因此在学习的间隙甜品不可缺少！

糖类的基本物质就是葡萄糖，

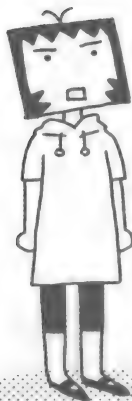
不过即使绝食 2 天，脑中的能量来源也不会断绝哦！

肚子饿有可能会引起注意力不集中。

哎哟？就像方糖一样呆滞。

另外，砂糖就是蔗糖。

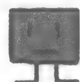
那么，我们来看看糖类一族。



糖类的种类

单糖（※1）

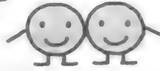




葡萄糖　　果糖　　半乳糖

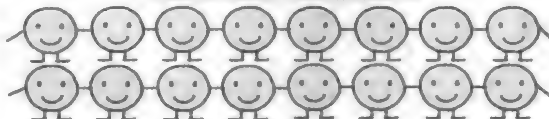
二糖（※2）





蔗糖	乳糖	麦芽糖
葡萄糖 + 果糖	葡萄糖 + 半乳糖	葡萄糖 ×2

多糖（※3）



淀粉

※1 单糖：结构最简单且容易被身体吸收
※2 二糖：由 2 个单糖结合而成
※3 多糖：由多个单糖结合而成

可以像这样分类。

但是糖在身体中最终都是作为葡萄糖被利用，所以要通过唾液中的消化酶使淀粉分解成麦芽糖，

然后按阶段依次消化。

像甜品那样的甜点心省去了被分解的麻烦，所以很快就能够被身体所吸收。

分解
分解
分解、
喂

你在认真听吗？

下面讲一下脂类。







※ 血液中的胆固醇包括促进动脉硬化的坏胆固醇（即低密度胆固醇，LDL 胆固醇）和防止动脉硬化的好胆固醇（即高密度胆固醇，HDL 胆固醇）。





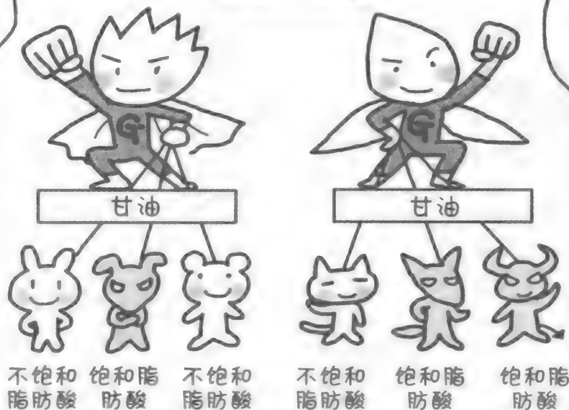


※※ 必需脂肪酸：只能从食物中摄取的脂肪酸。

那么让我们来看看甘油三酯的结构。

甘油三酯是由甘油和三个脂肪酸结合而成的。

脂肪酸可以被分为不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸，它包含各种各样的组合。



脂肪酸有很多种类吧※。

另外必需脂肪酸就是指不饱和脂肪酸，这是人类自身无法合成的脂肪酸哦。

一般在植物和鱼类中含有许多不饱和脂肪酸，

在哺乳动物的脂类中含有许多饱和脂肪酸。

在此要记住甘油要与各种脂肪酸结合。

※ 脂肪酸根据碳原子的数量和连接方式的不同而包括许多种类。

最后是蛋白质吧。

嗯。

蛋白质是肌肉、骨头、皮肤、血液等身体组织的重要营养物质，

当然也可以将它作为能量来使用。

嘭

胃蛋白酶

啪

被分解之后又会产生！

蛋白质是由多个氨基酸连接而成的。

蛋白质

氨基酸

肽

当连接的氨基酸数量较少时，大多被称为肽。

变得七零八散了。

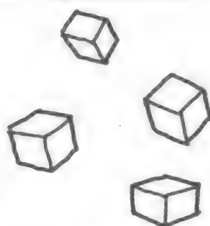
一直在进行消化哦！

哇？

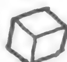
有一种叫做积木的玩具吧，蛋白质和氨基酸就像堆积木的感觉一样。

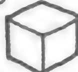
蛋白酶


首先让我们将这座用方块积木堆砌而成的大厦比喻成蛋白质。
各个方块都组合在一起，



把它拆得七零八散就是消化，
由此变为一个又一个零件。




这每一个零件就是氨基酸。
氨基酸

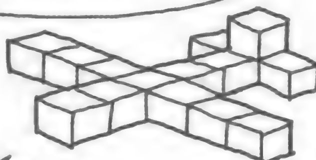


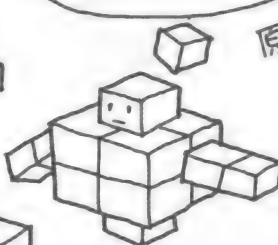
总觉得这个零件与其他的不一样。

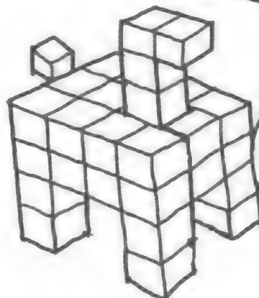


观察得很仔细，
那个是必需氨基酸。


与刚才的必需脂肪酸一样……
因为自身不能合成，所以要从食物中摄取吧！
没错！






下面要把七零八散的零件（氨基酸）组合起来，就是代谢，
于是与刚开始的大厦不一样的飞机、机器人就完成了！
原来如此！
如果打比方的话，像飞机、机器人之类的就会构成肌肉、骨头、皮肤吧！

follow up 补充说明



在此让我们再来重新观察一下整个消化系统。消化器官由从口到肛门的消化道、胃、肠、肝脏、胆囊、胰脏组成。消化吸收的一系列过程就好像是工厂一样。

6. 消化器官的全貌

① 咀嚼

咀嚼是牙齿、下颚、舌头的共同工作。

② 唾液

把唾液粘在食物上。唾液中含有消化酶。

唾液 1天 1.5L

吱嘎吱嘎

咚咚

START

③ 吞咽

把在嘴中嚼碎的食物吞进去的过程叫做吞咽。食物通过食道进入胃中。

食道

胃

④ 胃

胃中会分泌盐酸。酸还具有给食物杀菌的作用。

胃中除了分泌酸外，还会分泌出消化蛋白质和脂类的消化酶，食物由此会被分解得面目全非。

通过时间 2~4 小时。滞留时间因食物而异。尤其是蛋白质多的食物滞留时间长。

胃液 1日 2L

⑤ 十二指肠

接着为了促进消化，食物会与消化液混合。消化液是碱性物质，会将来自于胃中的酸性黏稠状物质中和。

由胰脏分泌的胰液中含有消化酶，它可促进食物中糖类、脂类、蛋白质的水解。从胆囊中可以分泌出一种消化液，这种消化液名叫胆汁。

⑥ 小肠

在分泌参与消化最终阶段的消化液的同时，营养物质会被排列在小肠壁上的营养吸收细胞不断地吸收。成人的小肠长度一般在 6~8 米。

通过时间　3~5 小时。



⑦ 大肠

吸取流过来的东西中的水分，制作出硬度适中的大便。

通过时间　存在个体差异，有的人需要 10 个小时或 10 个小时以上，便秘的人有时需要几天。

⑧ 直肠

直肠可以被称为大便的待命场所。当大便积累到一定程度后，直肠受到的压力增加，会反射性地开始收缩，同时位于肛门内侧的肛门内括约肌会松弛。到这里都不是自己的意识所能控制的。在大脑中此时会形成“大便堆积起来了”这一信息，于是就产生了便意，位于肛门的肛门外括约肌打开并开始排便。

※ 通过时间的长短因人而异。

7. ATP 和柠檬酸循环



人之所以能活动是因为在不断地合成、分解吸收到体内的物质。我们将在体内合成、分解物质的反应叫做代谢。在此，让我来详细地讲解一下代谢的相关知识。

首先请看燃烧吸收营养物质并获取能量的过程。虽然叫做“燃烧”，但是并不是在体内将物质点燃让它燃烧。从化学的角度来说，是指发生氧化反应获取能量。

所谓氧化是指利用身体所吸收的氧气从营养物质中获取能量。营养物质有很多，但是基本上是糖类、脂类、蛋白质。以它们为基础，通过氧化最终形成 ATP（三磷酸腺苷，又名腺苷三磷酸，adenosine triphosphate）。利用分解 ATP 所产生的能量，我们就能够走路、消化了。

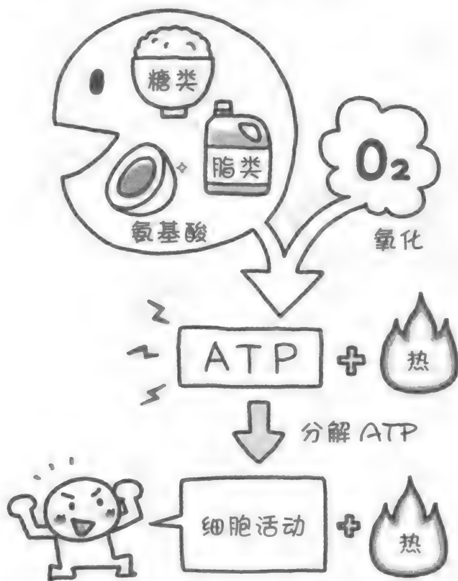


分解 ATP 是在身体的哪个部位发生的？



因为它是细胞内一切活动必需的能量来源，所以在人体的所有细胞中都在进行 ATP 的分解。我觉得与其说分解还不如说“消费”更为准确。通过分解 ATP 所产生的能量最终都作为热量散发掉了。

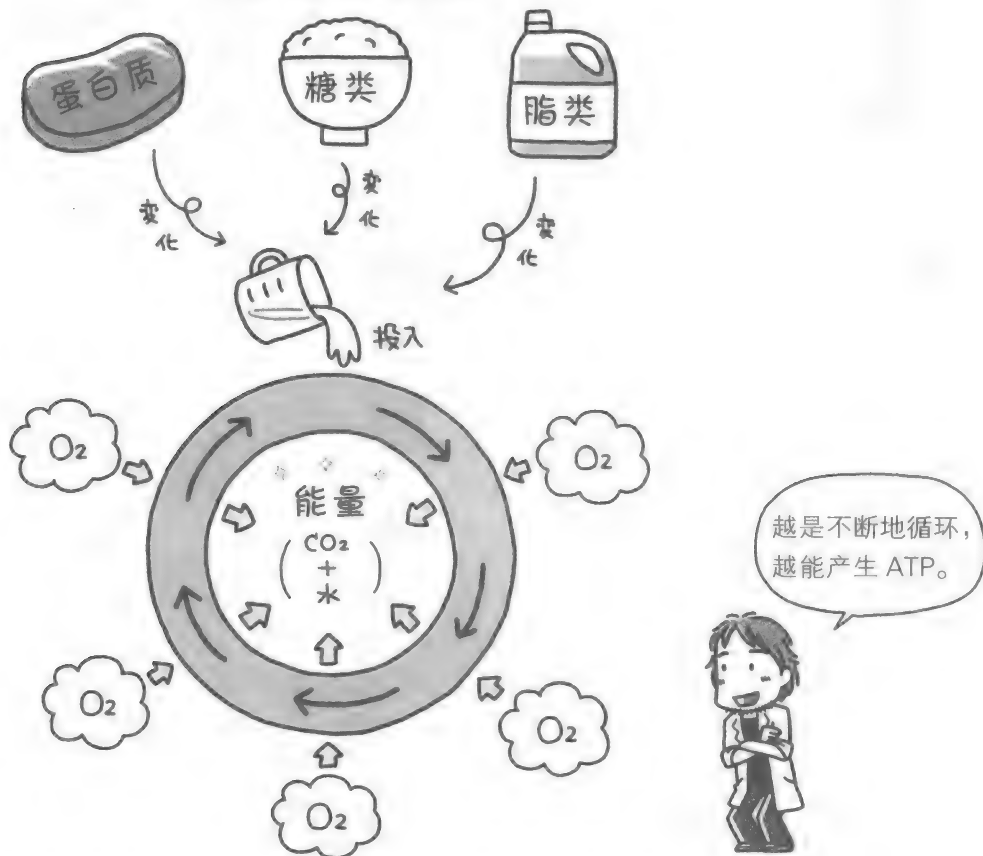
通过分解 ATP 能够获得能量



燃烧营养物质产生 ATP 是通过柠檬酸循环（citric acid cycle）这一过程来完成的。在此没有必要记住在柠檬酸循环中每一种营养物质所发生的反应，只要理解一下它的意思就可以了。

那么，在柠檬酸循环中产生能量的流程是什么样的呢？首先各种营养物质经酶分解后进入柠檬酸循环，接着在柠檬酸循环中，酶会利用氧气不断地发生氧化反应从而获取能量。像这样，只要供应氧气和营养物质，柠檬酸循环就会反复地进行，从而持续不断地产生 ATP。

柠檬酸循环的印象图



如果利用很多氧气不断地发生氧化反应，就能够获取大量能量。

Check！

- 柠檬酸循环也被称为 TCA 循环（tri-carboxylic acid cycle，三羧酸循环）、克雷布斯循环（Krebs cycle）。
- 在糖解作用（糖酵解）中所产生的 ATP 数量相当于在柠檬酸循环中所产生的 ATP 数量的 1/20。

8. 消化液和消化酶



有关消化液和消化酶的知识，之前我们已经介绍了一些，现在让我们再来稍微整理一下吧。
如果与第 68 页中的消化器官的全貌对照阅读，印象会更深刻。



在哪些地方会分泌消化液？请你从口开始依次叙述一下。



口中会分泌唾液，胃中会分泌胃液，十二指肠部分会分泌胰液和胆汁，小肠中会分泌肠液。

没错。合计一下，每天人体可以分泌出 8L 的消化液。你或许认为分泌出这么多消化液会引起人体脱水吧？不用担心。消化液中所含有的水分在它被分泌的同时会在消化管中被吸收，因此，不会引起人体脱水。

消化液中几乎都含有消化酶，只有胆汁中不含消化酶。不过，因为胆汁会帮助消化，所以也可以将它叫做消化液。胆汁吐出来后呈黄色，带有苦味。有时在胃里没有东西可吐出时就会吐出胆汁。胆汁是由老化的红细胞形成的（见第 76 页）。

接着是消化酶。对于口中所摄取的食物，我们很难以其原本的形态将它们吸收，在此消化酶就会发生作用，使食物变为身体能够吸收其中营养的状态。



这，这些都必须要记住吗？



不要担心，在这里让我们将主要的消化酶归纳为 3 种。

有一定的规律就很容易将它们的名字记住，下面我来讲解一下。

首先，在有关酶的单词词尾会习惯性地带有“ase”这个后缀。淀粉在拉丁语中叫做“amylum”，分解淀粉的酶就是“淀粉酶”（amylase）。蛋白质在英语中叫做“protein”，分解蛋白质的酶就是“蛋白酶”（protease）。脂类在英语中叫做“lipid”，分解脂类的酶就是“脂肪酶”（lipase）。

如上所述，可以将消化酶分为三大类。接着还可以将淀粉酶、蛋白酶进一步地分为好几种。因为重要的消化酶并不多，所以只要稍微整理一下就很容易记住。

在酶的单词词尾都有相似处"ase"

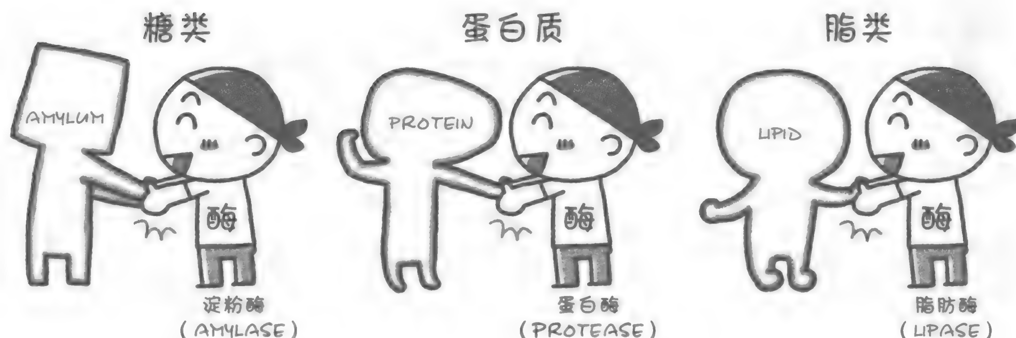


表 3.1　主要消化酶及其作用

	分解糖类的酶	分解蛋白质的酶	分解脂类的酶
唾液	唾液淀粉酶 淀粉→麦芽糖	——	——
胃液	——	胃蛋白酶 (pepsin) 蛋白质→肽	——
胰液	胰淀粉酶等 淀粉→麦芽糖	胰蛋白酶 (trypsin)、胰凝乳蛋白酶 (chymotrypsin) 蛋白质→肽和氨基酸	胰脂肪酶 脂类→脂肪酸 + 甘油
肠液	蔗糖酶（sucrase）等 砂糖和乳糖等→单糖	肠肽酶（erepsin） 蛋白质和肽→氨基酸	——

※ 肽（peptide）是由氨基酸连接而成的比蛋白质分子小的物质。组成肽的氨基酸数量没有一个明确的定论。



嗬哟，还真多啊，但也有一些酶的单词中不带"ase"。



你看出来了啊。那么你就先记住这些蛋白质分解酶吧。

9. 肝脏的功能

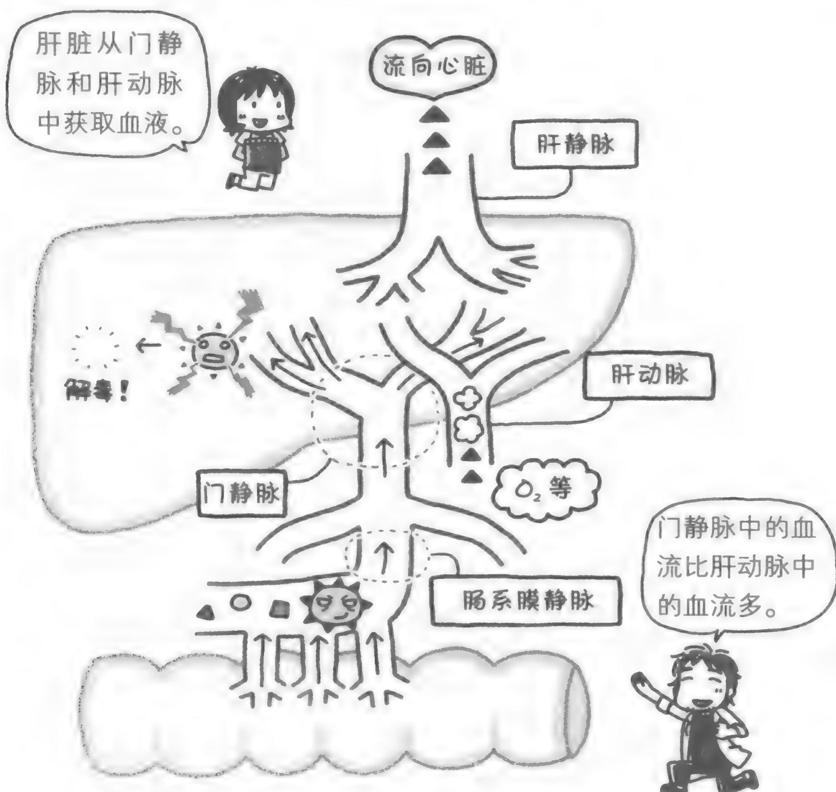


最后让我来讲解一下对消化和代谢有着重要作用的器官——肝脏的相关知识。我们都明白，实际上肝脏是在很多方面都发挥着作用的内脏器官。

肝动脉会输送来自于主动脉中的、含有大量氧气的动脉血，门静脉会输送含有从肠中吸收了养分的静脉血。肝脏从肝动脉和门静脉这两条血管中获取血液。

肝脏的功能其实很多，在此我将逐一说明。

肝脏的工作之——净化作用



肝脏的第一个功能就是解毒，它可以对进入体内的酒精和有害物质等进行生物转化，将它们转变为无毒或毒性较小、易于排泄的物质。首先，我们知道，作为有毒物质进入体内的途径，从口中进入最为频繁，当然接着有毒物质会在消化管中被吸收，但之后会经由门静脉血管被输送到肝脏中。

这个门静脉就是执行肝脏所负责的解毒工作的血管。我想你已经注意到了，肝脏中还有一个与门静脉不同的血管，那就是肝动脉，其主要功能是维持肝脏机体自身的活动。在此要记住：我们将像门静脉那样执行某种工作的血管叫做功能性血管，将像肝动脉那样滋养自身细胞的血管叫做营养性血管（见第 74 页插图）。

另外，肝脏的第二个功能就是代谢。它以从消化管中摄取的营养物质为材料，合成或分解蛋白质、胆固醇、糖原等物质。糖原（glycogen）是由许多葡萄糖结合而成的支链多糖，储存于肝脏中，必要时会被分解成葡萄糖释放到血液中（见第 75 页插图）。

肝脏的第三个功能就是储存。除了储存刚才所提到的糖原之外，它还会储存维生素、铁质等物质。烤肉中的动物肝脏的营养价值高吧？因为它是营养储存库。对于多见的缺铁性贫血的女性，建议她们多吃点动物肝脏。

这里是最值得依赖的肝脏



肝脏的第四个功能是制造胆汁，被制造出来的胆汁会被浓缩、储存在胆囊中。胆汁的作用是辅助消化酶，促进脂肪吸收，也就是说肝脏在消化方面也发挥着重要作用。另外，胆汁的颜色是由红细胞红色素即血色素（hemoglobin）（⇒第 5 章第 108 页）代谢所产生的胆红素 (bilirubin) 所决定的。

由此看来，如果没有肝脏，将会产生很多麻烦事，如不能代谢身体所吸收的营养，不能合成构成身体的蛋白质、脂肪，进入身体的有毒物质不能被分解而残存在体内，在关键时刻所必需的营养物质没有库存。

胆汁是重复利用血红素而被生成的





肝脏的工作太多了吧？这么频繁地被使用，它真是一个“沉默的内脏器官”……



是啊。不过肝脏的再生功能非常强大，即使通过手术将它切除 3/4，它也能恢复到原来的尺寸。它具有强大的分裂增殖能力。

Check！

- 胆红素也被称为胆汁色素。胆汁和大便的颜色就是胆红素的颜色。
- 肺和肝脏一样也拥有功能性血管和营养性血管。负责血液气体交换等工作的功能性血管是肺动脉，供养肺部细胞的营养性血管是支气管动脉。

第4章 肾脏、泌尿器官

24 小时持续清除废弃物的劳动能手

1. 肾脏的主要功能



你在做什么……



你今天还真早啊，
我正在整理我的收藏品。
昆虫的奥妙



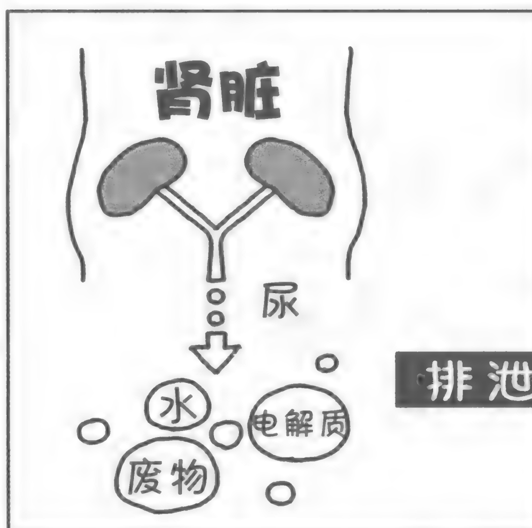
目瞪口呆
啊，对了！
在整理的同时，我顺便跟你说一下肾脏功能的知识吧。
啊哈？
为什么又变为肾脏的话题了？


如果不整理，东西就会越积越多，
所以必须按时将不需要的东西处理掉。
最好不要全部处理掉吧？


人的身体也一样，废物会在体内越积越多——


肾脏的工作就是清除这些废物。


肾脏会以尿的形式将不需要的东西清除掉吧？


肾脏
尿
水
电解质
废物
排泄


对！
我们把像那样清除体内不需要的物质叫做排泄。


那么，在肾脏中是如何生成尿液的？

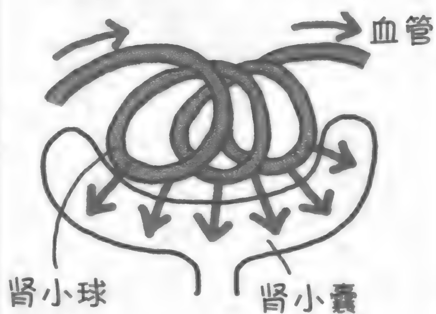

嗯——
过滤血液……
没错。


肾脏首先会把血液大致地过滤一下——
之后再从过滤出的物质中回收所需要的物质，最后把剩下的物质作为尿液而舍弃掉。


让我们来实际操作一下吧。
在这里？


这个桌子是血管中的肾小球，
肾小球是血管聚集在一起形成一团的毛细血管网。
啪
啪
？

像毛线团一样形成一团的毛细血管就是肾小球吧?
卷绕
卷绕


肾小体
血管
肾小球
肾小囊

通过其血管壁上的小孔就能将血液成分过滤吧?
这些都相当于被滤出的血液滤液吧?
很多
昆虫收集
过滤
嗯,
这里是肾小囊。
没错。
但是放在这里的只是依靠血压的力量被机械过滤出的东西……

那么，它的真实身份是什么？

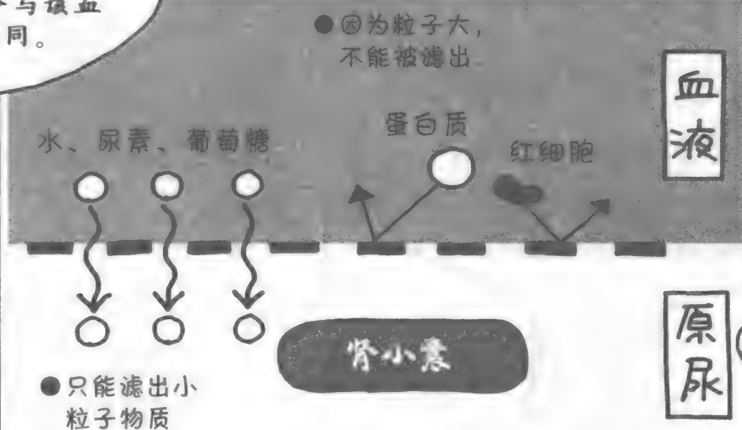
嗯，

是尿的来源吗？

没错！

我们将它叫做原尿。

实际上，从流经肾小球的血液中除去没有被过滤出的红细胞和蛋白质外，原尿的成分与该血液的成分基本相同。



哇噢

实际上，被滤出到肾小囊中的物质和流过来的血浆（见第107页）差不多。

没错，

因为这些只是粗略地被过滤出的物质……

鼓起来

还要从这里回收必需的物质。





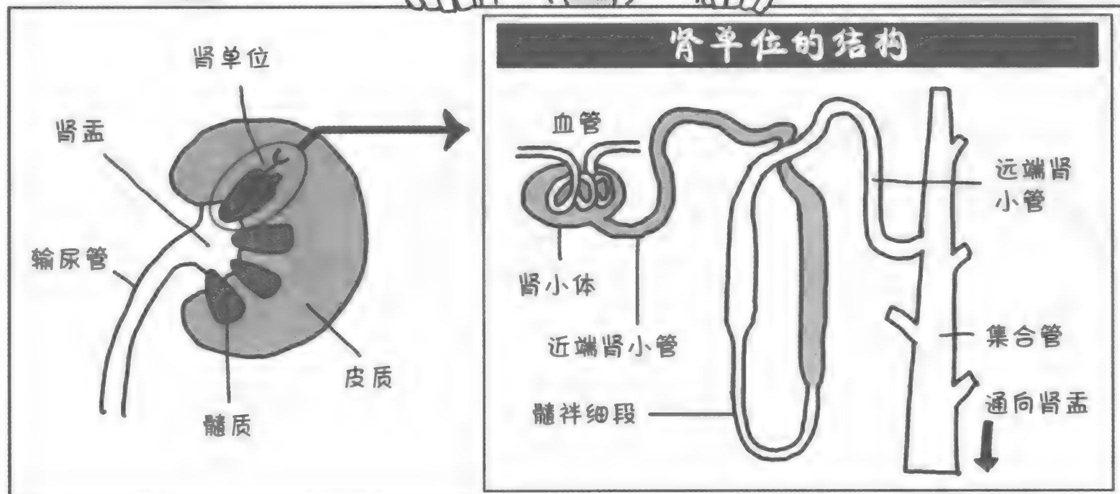




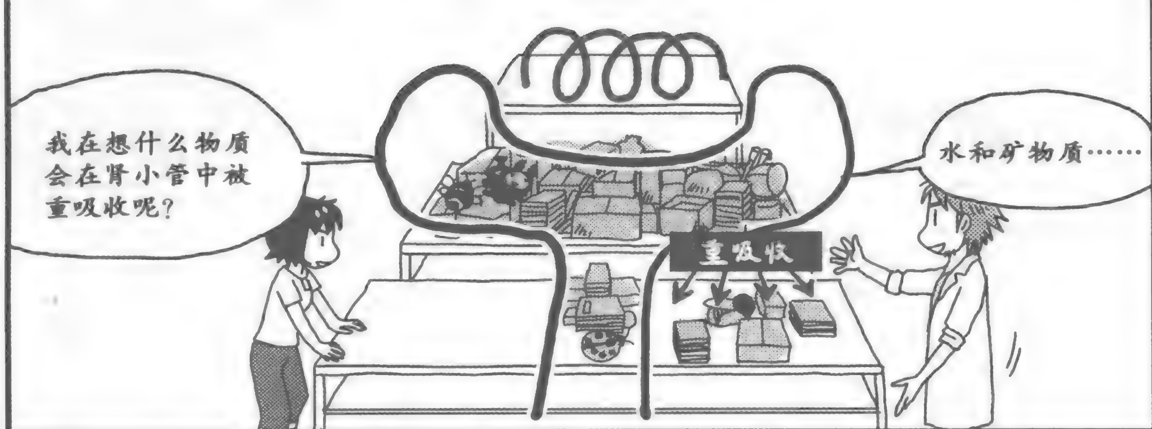


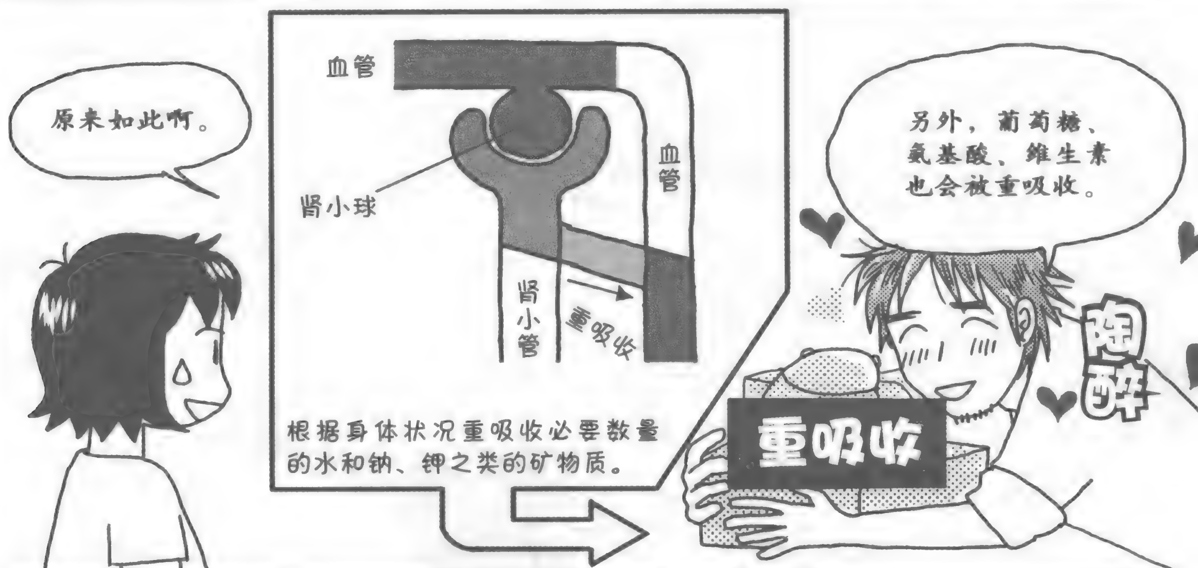






※ 每个肾大约有 100 万个肾单位。


我在想什么物质会在肾小管中被重吸收呢？
水和矿物质……
重吸收


原来如此啊。
血管
肾小球
血管
肾小管
重吸收
根据身体状况重吸收必要数量的水和钠、钾之类的矿物质。
另外，葡萄糖、氨基酸、维生素也会被重吸收。
陶醉
重吸收


实际上，在肾小管中也会进行清除残留在血管中的不需要物质（如矿物质、酸、有毒物质等）的作业。
肾脏真是了不起啊！


肾脏就是这样将体内环境保持在一定状态，我们将这样的结构状态叫做稳态(Homeostasis)(见第 89 页）。


那么，在肾小管中的残余物质就可以排出了吧？
轻快地
轻快地
等！
等等！


那不是垃圾！
唛
别扔掉


你知道原尿中的水分会有多少作为尿被排出吗？


一半左右？


不会扔掉那么多啦！
作为尿被排出的水分相当于原尿的1%，
也就是说99%都会在肾小管中被重吸收。
啊
只有1%？

很多很多

几乎有99%

重吸收

没错，正是如此！

肾脏的工作

我是肾脏。

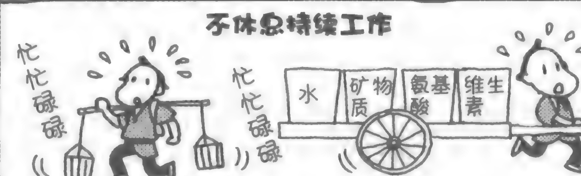
我要浓缩原尿制造尿

哇

即便如此，一天的尿量也有1～1.5L，那么原尿大概有150L。



嘭



尿1天1～1.5L

重吸收

肾脏可真是个劳动能手啊!!

以上内容就是从整理学中所学到的生理学。

呵 呵

我明白了肾脏的功能……

没有再需要扔的了吧?

我还没有完全收拾好……

follow up 补充说明



尿中除了水分之外，还含有钠等矿物质、尿素、尿酸、肌酸酐（creatinine）等成分。健康的人的尿液呈淡黄色且透明，其中不含蛋白质和糖。但是尿的性状通常并不是一定的，因为尿与稳态有着密切联系。

2. 尿的成分和排尿结构



因为时间不同，尿的颜色和气味会不一样吧。在马拉松赛跑之后尿的颜色很浓，另外，如果喝水过多的话，尿几乎是无色的，并且会排出大量的尿。



没错，这是因为要使体内的水量和 pH 等环境保持一定。

虽然体内环境通常必须要保持一定，但是有时吃的喝的东西不同，活动量和汗流量等每天也不一样，因此，想作为尿排出的东西和不想排出的东西，也会不时地发生变化。

如果喝的水不太多或者因出汗导致大量水分流失，就尽可能地不想将水分舍弃，因此尿就会变浓、变少。当饮用大量的水后，多余的水分就会作为尿被排出，这样尿就会变淡、变多。

一个成年人，其体内每分钟大约会持续地产生 1ml 的尿。如果尿一边生成一边滴下来的话，成年人也必须垫上尿布才能生活，因此在尿液达到一定数量之前需要膀胱来储存。那么，让我们来看看是如何发生“排尿”的。

在肾脏中生成的尿会通过输尿管积存到膀胱中。如果是站立姿势和坐着的姿势，尿会在重力作用下自然地落到膀胱中。如果在躺卧的状态下，还有在无重力状态下活动的宇宙飞行员，尿也会被输送到膀胱中，这是因为输尿管会通过蠕动运动将尿输送到膀胱之中。蠕动运动是在消化管中也能见到的运动哦。



如何来调节尿量和其成分呢？



尿量的调节主要与两种激素有关。一种是抗利尿激素（Antidiuretic Hormone, ADH），它是由脑垂体后叶所分泌的激素（⇒第 10 章第 210 页），也被称为血管加压素。另外一种是由肾上腺皮质所分泌的醛固酮（aldosterone）（⇒第 10 章第 205 页）。

它们的作用都是减少尿量，但是它们减少尿量的机制略有不同。

当血液的渗透压（⇒第 5 章第 102 页）变高时，就会分泌出抗利尿激素，抗利尿激素会在肾小管中促进水的重吸收，由此使血液中的水分增加，从而调节过浓的血液，结果尿就会被浓缩，尿量会减少。

在血压降低时会分泌出醛固酮，醛固酮会在肾小管中促进钠的重吸收。因为钠具有引水性，所以水也会一起被重吸收（图 4.1），结果尿量就会减少。

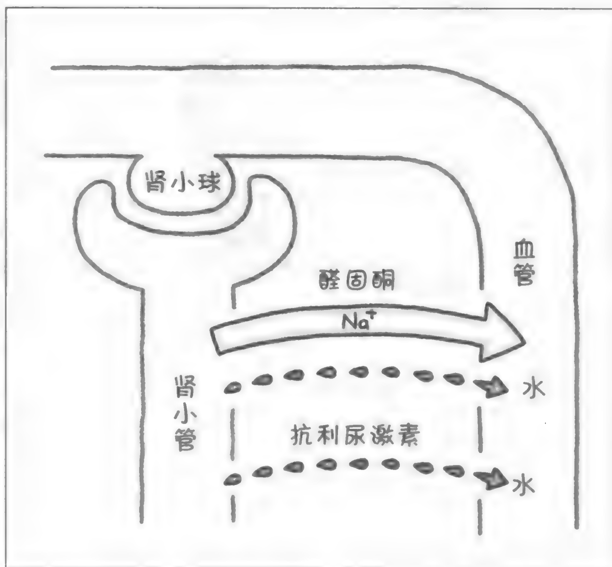


图 4.1 与尿量调节有关的激素

Column 稳态是身体的危机管理系统

稳态在日语中叫做恒常性。它是指生物会根据体内外环境的变化使体内状态保持在相对稳定的状态，也就是维持体内的恒常性。除了调节体温和维持体液量、pH、渗透压之外，防御病毒等入侵、治愈伤口、当血糖值下降时会感觉到肚子饿而想要摄取食物、当具有脱水倾向时感到口渴而想要喝水，这些都是稳态的表现。在稳态系统中，由自律神经和内分泌系统来负责其中心任务。

生物机体就好比挑担偶人（两臂平伸姿势的偶人玩具）一样。当体内环境倾向于某一边时，通常都会有恢复到原状的功能，并由此取得平衡，这个功能就是稳态。

排尿结构原理





正在蓄尿

当膀胱一直在膨胀时，膀胱壁的平滑肌会松弛，位于膀胱出口的尿道内括约肌（平滑肌）和尿道外括约肌（骨骼肌）都会收缩。

排尿时

膀胱壁的肌肉收缩，尿道内括约肌和尿道外括约肌松弛，开始排尿。

另外，有关排尿的结构原理如下：当尿在膀胱内处于未堆积状态时，膀胱壁的平滑肌会松弛，位于膀胱出口的尿道内括约肌（平滑肌）和尿道外括约肌（骨骼肌）都会收缩，从而持续地进行蓄尿工作。当尿积蓄到200~300ml时，膀胱壁会产生拉扯感，这一信息会传递给脑，从而产生尿意。当急着去上厕所决定排尿时，膀胱壁的肌肉会收缩，尿道内括约肌和尿道外括约肌松弛，开始排尿。

一旦开始排尿，排尿动作就会持续到将所有的尿都排完。但是有时也会发生异常状况，在膀胱内会残留一些尿，我们将它叫做残尿。如果有残尿，就有可能会引发细菌增殖。



膀胱能够积蓄多少尿？



通常积蓄200～300ml的尿后，就会产生尿意。但是如果拼命忍住的话，就能够积蓄500ml左右。也有人说从结构上来看，如果强迫地灌入水分的话，能够存放800ml。


男性与女性的尿道不同吧？


没错，男性的尿道有 16～18cm，女性的尿道只有 3～4cm。

因此，对于女性来说，细菌容易从尿道口逆行进入膀胱，从而引发膀胱炎。大量地饮水与频繁地上厕所是将细菌冲洗掉的有效方法，并且平时也要经常清洗尿道口附近。

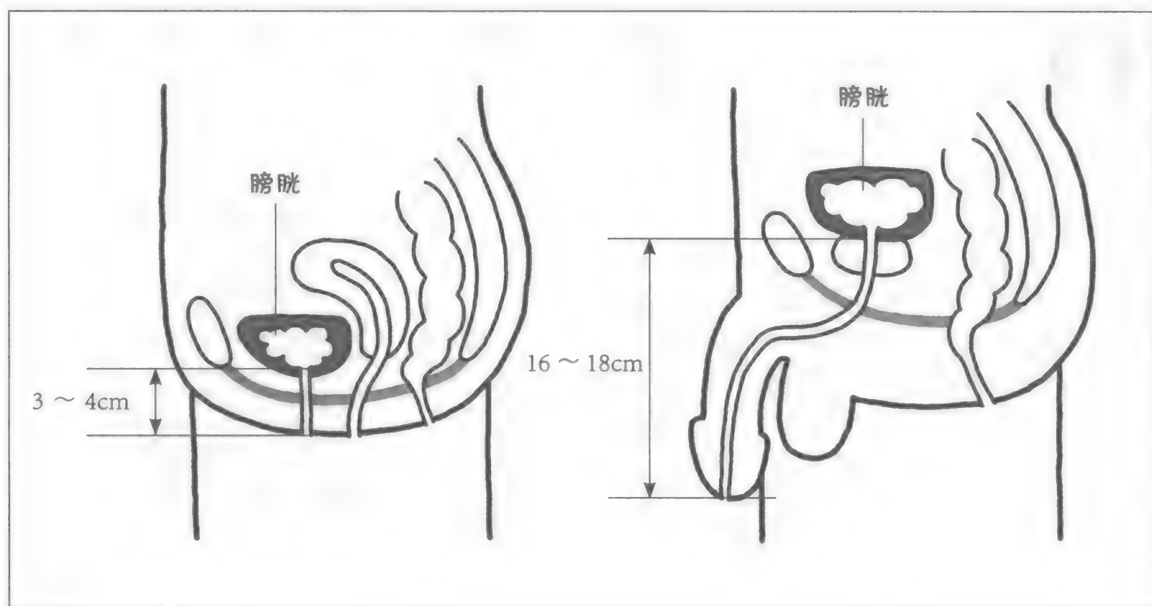


图 4.2　男性与女性尿道的长度

Check！

- 我们将输尿管、膀胱、尿道叫做尿路。
- 尿是排出体内不需要的物质的手段。因为不能生成太浓的尿，所以要使体内环境保持在正常状态，摄取充分的水分非常重要。
- 膀胱和尿道内括约肌是平滑肌（不随意肌），尿道外括约肌是骨骼肌（随意肌），因此排尿动作是由不随意动作和随意动作复杂地组合在一起的高度作业。

3. 如果肾脏无法工作

肾脏具有清除体内废物、多余水分、矿物质等物质的功能。如果其功能不全，会引发什么状况呢?

人一天的尿量为 1～1.5L。但是根据当天的饮水量和排汗量的不同，可能有时会产生 2L 左右的尿量，有时只有 1L 左右的尿量。当一天的尿量低于 400ml 时，就被称为“少尿”，这是一个大问题，因为清除体内所产生的废物等所需要的最低尿量是 400ml。另外，将一天尿量低于 100ml 的状况叫做“无尿”。虽然带有“无”字，但是并非完全为零，可以说此时肾脏处于几乎不生产尿的状态。



如果肾脏无法工作会导致什么结果呢?



我们将肾脏不能正常地发挥作用的状态叫做肾功能不全，它既包括轻微的肾功能不全状态，也包括肾功能几乎完全丧失的状态。

由肾功能不全引发的问题就是水、酸、钾、废物之类的物质都不能被清除而积蓄在体内。这就好比清洁游泳池水的过滤装置坏掉后，池中的水会不断地被污染。当这种状况比较严重时，甚至会危及生命。

当多余的水分不被清除时，全身会水肿，血液量会增加，从而增加心脏负担引发心脏衰竭。心脏衰竭会导致肺水肿，形成虽然身体在陆地上却好像溺水了的状态。因为酸没有被清除，所以会引发酸中毒。如果钾在体内积蓄过多，会导致心肌痉挛而猝死。如果各种废物不被清除，会引发尿毒症。

不能清除废物的肾脏



Check !

- 因为肾脏与血压调整、血液的产生、钠的代谢相关，所以一旦肾功能不全，就会引发高血压、贫血、骨折。
- 在重度肾功能不全的情况下，可以进行人工透析，让血液通过仪器来去除体内的多余水分和废物等。

4. 肾脏也是内分泌器官



肾脏也会分泌激素，它也是内分泌器官哟。



啊，它并非只会制造尿液啊。

肾脏会分泌与血压有关的激素和与血液生成有关的激素。因为肾脏是过滤血液的地方，所以经常有大量的血液从中经过，因此它会观察流过来的血液，一旦发现问题就会分泌出用于解决这些问题的激素。它是一个很好的系统哦。

它注意、监视的是血压和氧浓度。如果血压下降，就不能在肾小体中很好地过滤血液，因此它就会分泌出使血压升高的激素——肾素（renin）。肾素并不能直接将血压提高，它的作用在于通过催化别的激素最终使血压升高。

如果流过来的血液的氧浓度不足，就会判断那是因为运输氧的红细胞不足，于是肾脏就会分泌出一种刺激骨髓制造红细胞的激素——红细胞生成素（erythropoietin）。

肾脏总是会发出明确的指示



肾脏还有一个作用就是促进维生素 D 的活化。维生素 D 与钙的代谢有关，是强化骨骼所必需的维生素。我们既能从食品中摄取维生素 D，又能通过晒太阳在皮肤中合成维生素 D。但是，就这样单纯地依靠维生素 D 并不能做好强化骨骼的工作，要促进钙的代谢，必须要在肾脏中促进维生素 D 的活化，使之变为活性维生素 D。

使单纯的维生素 D 变为活性维生素 D



· Check！

> 肾脏位于与腰部高度相当的地方，分为左右二个。如果肾脏功能正常，即使依靠一个肾脏也能充分地发挥其功能。肾功能不全的人可以从他的兄弟等人那里移植一个肾脏到自己体内，这样两个人都能依靠一个肾脏活下去。这是因为肾脏具有强大的代偿能力。

第5章 体液、血液

在大海中出生的细胞
会拥有自己专有的海吗

1. 体液——人体的60%是水





这并不是培养医疗工作人员学校所做的事啊，

虽说是传统活动……

恒常医科大学
马拉松大会概要

虽然是宿舍之间的对抗赛，可大家都回家乡了……

那天我去给你加油哦



而且还有这个!

生理学
沉重无比

还要查字典!

这么厚的教科书，谁能读完啊!



……还好，多亏解生老师我开始觉得生理学本身很有趣。



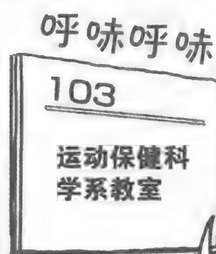








我不明白她为什么要道歉……
看她那个样子，估计补考危险……










咕
咕噜
噜
怎么样？
那个饮料？


成年人的体内大约60%是
水分哟！
啊？


其中细胞内液占2/3，剩下的1/3是细胞外液，
在细胞外液中，组织液占3/4，剩下的就是血浆（血液中的液体成分）和位于体腔内的水吧！
细胞内液
血浆水分
组织液
回答得很好。


在标签上写着吧。
呵呵呵
被发现了呀？
怎么样？
今天我们来学习一下这些知识？
好的，
那就拜托您了！


好，
那就从水田说起吧。
水田


唐田同学，
你知道水田是怎样种植的吗？
什么，水田……
咦？

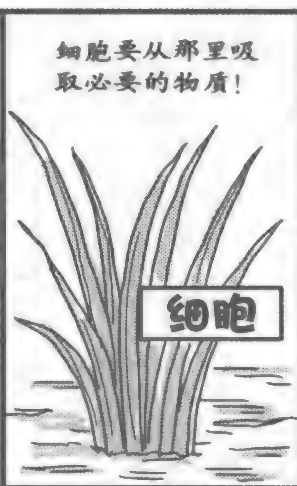

我没有在水田种植过，虽然我的家乡周围就是一片水田……??
组子，好好学习了吗？
不要!!
陶醉
真好啊！你的家乡……
也有很多昆虫吧。


喀喀，
暂且不说这个了，水田和水稻与人的体液组织结构很相似哦。


水稻是细胞，
水田是细胞和细胞之间的组织液，
把小河中的水引入水田的水路就好像血管一样。


养分等从水路被运来，
血液


在细胞与细胞之间充满了组织液，
组织液


细胞要从那里吸取必要的物质！
细胞


原来如此！
这样讲对于我来说真是很容易理解！

另外，组织液是从血管中渗出形成的，它的成分与血浆成分非常相似。

细胞外液

细胞内液

我们将这些组织液和血液叫做细胞外液，

将位于细胞内的体液叫做细胞内液。

细胞外液与细胞内液的成分不同吧？

有什么不同呢？

没错！

水稻从其根部吸收必要的养分，细胞内液和细胞外液是不同的东西。

生物原本诞生于太古的海中，

那时的生物把与海水成分不同的体液用细胞膜※包围起来储存在细胞内，这些体液就是细胞内液。

海水

細胞内液

細胞膜

※ 细胞膜（参照第 9 章第 177 页）。

为了保护细胞，又准备了与海水成分相同的体液，这就是细胞外液。

细胞外液

细胞内液

一个又一个的单细胞聚集起来向多细胞生物进化，也就是说开始拥有自己专用的海（细胞外液），并由此从海洋登上了陆地。

细胞外液

可以说进化了的陆地生物就是一个用细胞外液和血液包裹着细胞内液的袋状物。

细胞

细胞内液

细胞外液

血液

※ 可以说血液是向各个细胞输送氧和养分等物质的细胞外液。


是吗?
为了制作与海相同的环境，就产生了细胞外液。
Na+
Na+
Na+


原来是这么回事啊！是海啊！
Na+!


细胞外液中含有很多钠(Na+)，
Na+
K+
K+
Na+
K+
Na+


与此相反，在细胞内含有很多钾（K+），而钠(Na+)的含量少。
哦——
啪啪啪啪
K+
Na+


如果水路（血管）中的水（血液）干涸或其成分变质恶化，水田（组织液）中的水也会变差，这样水稻（细胞）就会长得不好。
看来体液很重要啊！


没错！
也就是说血液中的营养物质和水分移动到组织液中，最终会被全身的细胞吸取。


如果以这种方式来思考的话，你会感到生命活动的基本单位——细胞很亲切吧?

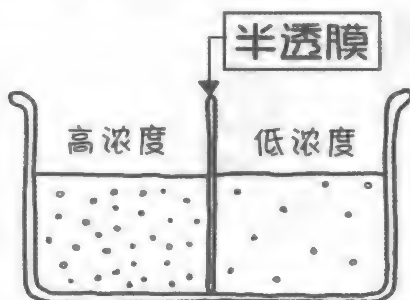
2. 渗透压


关于体液有一个重要的知识就是渗透压，
如果不理解渗透压的意思，就没法说体液。


在做饭中也经常会出现渗透压吧，
比如说腌黄瓜。


详细的原理就交给老师您了。
被委派了任务。

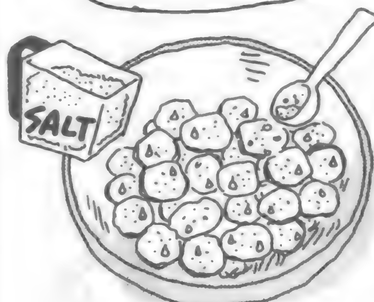

在讨论渗透压时，还有一个大前提，
那就是两种浓度不同的液体和在这两种液体之间隔着的半透膜。


半透膜
高浓度
低浓度




半透膜会允许小分子物质通过吧？
细胞膜也是半透膜吧？
没错！


另外，因为左右浓度不同的液体被半透膜隔着，所以它们要变得浓度相同。
水的移动
高浓度
低浓度
渗透压
我们将使这两边液体浓度变得相同的力叫做渗透压。



嗯?

提起要使两边浓度变得相同，我想起了在呼吸器官的气体交换中所出现的扩散，这与那个不同吧?

扩散是指某物质从高浓度方向向低浓度方向运动的现象，在物质之间没有半透膜隔着，是在空气中的物质中也会发生的现象。

	方　向	移动的东西
扩　散	高浓度→低浓度	物　质
渗透压	低浓度→高浓度	水

原来如此

还有问题!

液体浓度越高，渗透压越强吗?

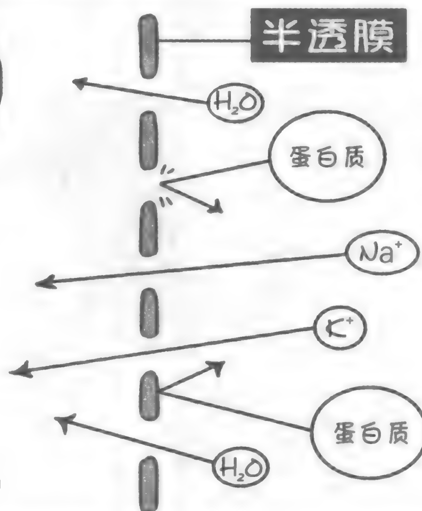
好问题。

渗透压的强弱与液体中的“粒子”数量成正比。

液体中的粒子未必是一种。

例如，在体液中包含钠（Na^{+}）、钾（K^{+}）等物质的电解质※和葡萄糖、蛋白质。

需要注意的是，因为蛋白质分子大，所以不能通过半透膜。

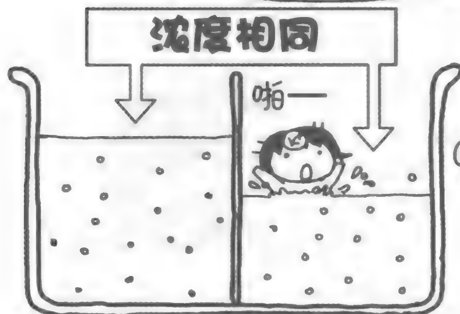




※ 溶于水后会带电（被分解为阳离子和阴离子）的物质。钠、钾等物质就属于此种物质。



因此，当浓度不同的两种液体在渗透压的作用下变得浓度相同时，会在这两种液体的水位上产生落差！





也就是说可以认为渗透压就是通过半透膜从对面将水等吸引过来的力？





没错！


特别是关于体液平衡，是由蛋白质，具体而言是由白蛋白（又称清蛋白，albumin）的浓度所左右。
我是蛋白质！
白蛋白


我们将这种由蛋白质所形成的渗透压叫做胶体渗透压。
胶体渗透压


在渗透压作用下会使体液的状态维持在一定的水平，这一点非常重要吧？
没错！


当因生病使血液中的蛋白质减少时，血液的渗透压就会降低，结果使血浆中的水分更多地渗透到组织液中，使组织液增加，从而出现局部水肿。
外面的水分不断增加—
我追不上了！
人血白蛋白
细胞外液
半透膜
血液


啊！
睡懒觉时脸部会水肿是低蛋白血症的表现吧？


那只不过是睡得太多。
呜呜——

follow up 补充说明



离开了水，人体的所有功能都无法正常地发挥出来。使血液循环到全身、清除不需要的废物、维持体温、分泌消化液均需要水。

3. 水分的进出与脱水

水分占据人体体重的 60%。平常人体中的水分进出状况是怎样的呢？图 5.1 表示了成年男子平均每日的水分进出状况。进入身体的水分包括水等饮用品中的水分以及在蔬菜、肉类、米饭等食物中所含有的水分。因人的不同以及气候等条件的不同，水的摄取量会发生变化，但是据说每日平均进水量和出水量均为 2600ml。



图 5.1 1 天的水分进出量（成年男子的平均状况）



一个健康的成人，每天进入身体的水分和从身体中出来的水分是相同的吧？



如果出来的水分少，身体就会水肿，如果出来的水分多，就会出现脱水症。



如果得了脱水症会如何呢？



身体的功能会发生各种障碍，严重时会引发循环功能失调、意识模糊、体温上升等状况，甚至有可能会导致死亡。

体液包括细胞外液和细胞内液吧。脱水也包括两种情况，即细胞内液减少和细胞外液减少这两种状况。细胞内脱水主要是由大量出汗、水分摄取不足所引起的，其症状特点是口渴。细胞外脱水会引起循环血量减少，血压大大地降低。有时只通过打点滴等摄取水分，体液就会变得稀薄，此时也需要向体液中输入电解质。

Check！

在小孩子的体重中，水分所占据的比例较大，而且因出汗和呼吸所导致的水分丧失量也比较多，所以小孩子很容易发生脱水症状。老年人如果身体功能出现障碍，导致水分摄取量不足或不能摄取水分，也很容易发生脱水症状。

4. 血　液



前面我已经说过细胞内液和细胞外液的由来，生物在进化的过程中慢慢地拥有了让细胞外液循环的组织结构，这就是血液。在此，让我们来看一下血液的特点和作用。

采集血液后，在血液中加入防止其凝固的试剂，再将它放入离心机中，这样血球就会沉到下面，上面会形成澄清部分（图 5.2），这就是血浆。

血球的大部分为红细胞(又名红血球)，血液看起来呈红色就是因为红细胞多。红细胞上面是白细胞（又名白血球），再上面是一层薄薄的血小板。我们将血球在血液中所占的比例叫做血球容积计。

下面让我来依次介绍一下各种血球吧。

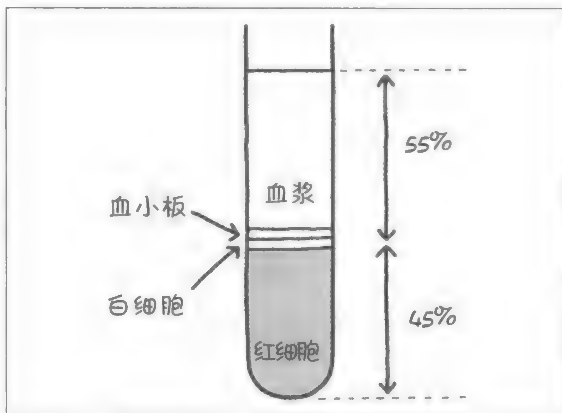


图 5.2　血液的成分

5. 红细胞

在血球中红细胞最多。虽然红细胞是一个细胞，但是它在骨髓中被制造时细胞核退化，中间呈双凹圆盘状。因为没有核，所以它不能分裂增殖。但是，正因为是这种形状，其表面积比较大，利于它吸收氧，同时也能够让它折叠进入比自己直径更细的毛细血管中（图 5.3）。

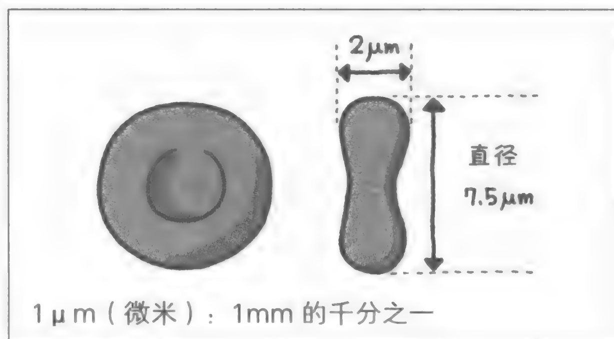


图 5.3 红细胞的形状和大小

红细胞的工作就是运输氧。负责运输氧的是红细胞中的红色素——血红蛋白（血红素）。血红蛋白是由含铁的色素——亚铁血红素和珠蛋白结合而成的，它容易与氧结合，能够有效地在肺泡中吸取氧。与氧结合后的血红蛋白会变成鲜红色，因此动脉血是鲜红色的，而在末梢与氧分离后的静脉血是暗红色的。

氧一发现血红蛋白就会马上吸附在它身上与它结合。
血红蛋白会变成鲜红色。





当铁的摄取量不足时就会贫血吧？很多女性都会发生缺铁性贫血……？



没错。因为铁是制造血红蛋白的材料，当铁摄取不足时，就不能制造血红蛋白，这样红细胞的数量也会减少。

因为女性会来月经，每月都会失去一定数量的血，所以容易贫血，并且女性的红细胞数量和血红蛋白浓度本来就比男性低。

缺铁性贫血在女性中出现得较多



Column　“贫血”和“脑部缺血”是不同的

我们将因血红蛋白减少而使输送氧的功能降低的这种状态叫做贫血。在贫血时，血红蛋白浓度和红细胞数量会比基准值小。在年轻女性中多见的缺铁性贫血只是最一般的贫血，另外还有更严重的贫血症状，如红细胞损坏引发的溶血性贫血、骨髓造血功能障碍引发的再生不良性贫血。

我们将突然昏倒俗称为“贫血”。但是，这不是贫血，只是由暂时性血压降低导致脑部血流量减少（局部缺血）所引起的，也就是低血压。因为都会出现容易疲劳、没有精神、脸色不好等症状，所以容易将贫血和脑部缺血混淆，但是它们从根本上来说是不同的。



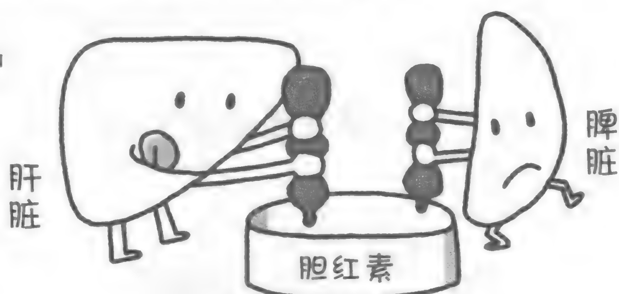
红细胞有寿命吧？



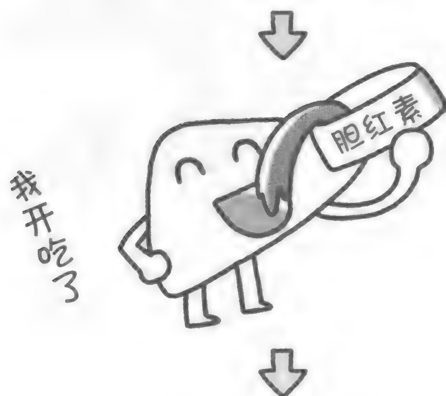
在消化器官胆汁那部分内容中学过了，红细胞的寿命大约为 120 天。老化的红细胞在脾脏及肝脏中被破坏，血红蛋白变为胆红素 (bilirubin) 被排泄到胆汁中。

血红蛋白变为胆红素被排泄到胆汁中

① 老化的红细胞在脾脏及肝脏中被破坏



② 肝脏对其进行处理



③ 胆汁被制造出来并被储存到胆囊中



Check！

- ABO 式血型是按照位于红细胞膜处的抗原来分类的。
- 体内产生的二氧化碳会溶入血浆中被输送到其他部位。

6. 白细胞

白细胞是身体的防卫队，它能够 0 抵御细菌和病毒入侵，对疾病具有“免疫”功能，破坏并处理因病毒侵蚀而转换为癌细胞的细胞。

白细胞大致可分为三类，即颗粒白细胞（粒细胞）、单核细胞、淋巴细胞。除此之外还有几种类型，它们各自都具有不同的特点和功能。这些白细胞共同合作，一起抵御细菌和病毒的入侵，这个白细胞防护网实在是很巧妙。

血液中的白细胞数量为 5000～8000 个 /μl（微升）。粒细胞中含有特殊染色颗粒，包括三种粒细胞，即中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞。其中大部分为中性粒细胞，中性粒细胞一旦发现入侵的病菌，就会将其吞噬。

我们将这种功能叫做吞噬作用 (phagocytosis)。另外，伤口化脓所产生的脓就是中性粒细胞的残骸。嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞数量少，与吞噬作用和过敏反应有关。

单核细胞在血管中为圆形，是比较大的血细胞。但是当它脱离血管壁到达组织时，会变为巨噬细胞。巨噬细胞就像变形虫一样，会不断地伸手将外来敌人拿起来吃掉，也就是说具有吞噬作用。

淋巴细胞包括 B 细胞、T 细胞、NK 细胞等，它能够制造抗体，是免疫功能的指令塔。免疫功能的主角就是淋巴细胞。

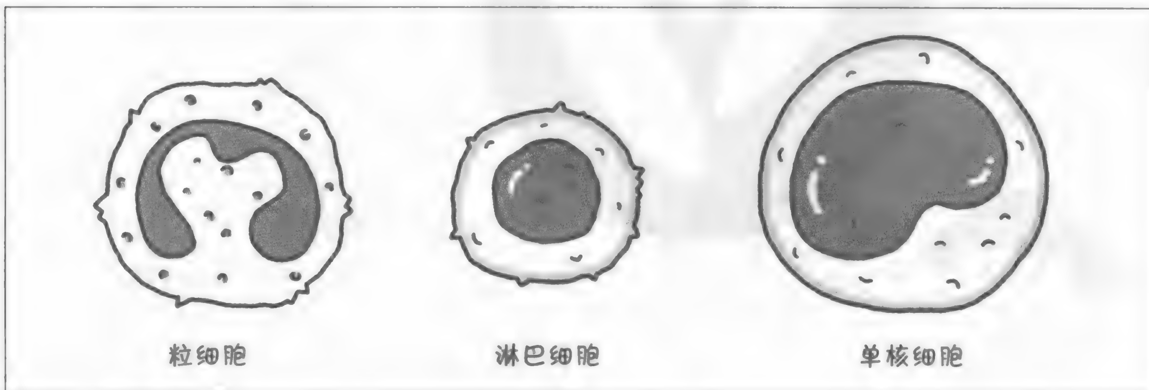


图 5.4　白细胞的分类



当细菌、病毒等外敌入侵时，白细胞会采取什么样的“防御方法”？



当外敌入侵时，侦察部队的成员中性粒细胞和巨噬细胞首先会猛冲过来将外敌吞噬掉，接着巨噬细胞会拿着吞噬的外敌碎片向司令官辅助性 T 细胞报告“就是这个家伙”，然后才开始发动总进攻。

4节漫画 我们是白细胞防卫队



① 前线司令官辅助性T细胞收到巨噬细胞发出的敌人（细菌）的信息后向B细胞发出命令："制造抵御这个敌人的专用武器（抗体）向它发动攻击"。



② B细胞制造抗体将它释放到血液中，接触到抗体的外敌有的被破坏掉，有的被巨噬细胞所吞噬而死掉。



③ 另一方面，辅助性T细胞指示杀伤T细胞处理被外敌入侵的细胞。



④ 外敌清除一结束，最高司令官抑制性T细胞就会宣布攻击结束，战争结束。

Check！

如果外敌入侵一次，B细胞就会记住外敌信息，因此在外敌第二次入侵时，就能够释放出大量的抗体，迅速地击退外敌。不过，一种B细胞只能记住一种外敌，因而在人体中存在着多种B细胞。

7. 血小板



血小板就像骨髓巨核细胞的碎片，无细胞核。在血液中，血小板的数量大约为30万个/μl，从数量上来看是相当多的，但是因为其体积比红细胞小很多，所以通过血液离心机分离出的血小板只是极薄的一层。
血小板的功能是止血。在止血功能中，除了血小板，血浆中所含有的纤维蛋白原（fibrinogen）也发挥着重要的作用。

当血管受伤出血时，首先出来工作的就是血小板。血小板会聚集到伤口处，形成临时的血栓堵住破损的伤口和血管。血小板一流出来就破裂了，放出它所含有的凝血物质——凝集素。凝集素一遇上血液里的凝集原，就会结合成血凝素。血凝素再和血浆里的纤维蛋白原结合，组成纤维蛋白。纤维蛋白是一种也被称为纤维素的纤维状物质，它会在伤口处形成一张“纤维网”，红细胞会缠绕凝固在这里堵住伤口。我们将这个块状物叫做血凝块（图5.5）。



压迫伤口能够促进止血吧？



对，因为压迫伤口能够更好地促进凝固反应（⇒第114页）。如果是毛细血管和细小的静脉血管出血，只要压迫伤口就能够止血。

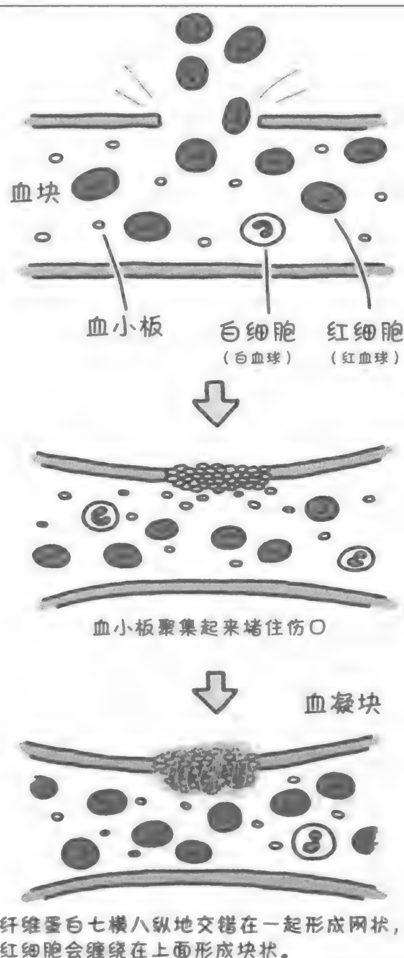


图5.5 堵住伤口的原理

与流出的血液会成块一样，采集的血液也会成块，我们将血液成块叫做凝固。因此根据检查需要，有时会在血液中混入药剂以防止血液凝固。血液会凝固是因为血浆本身就具有凝集性。

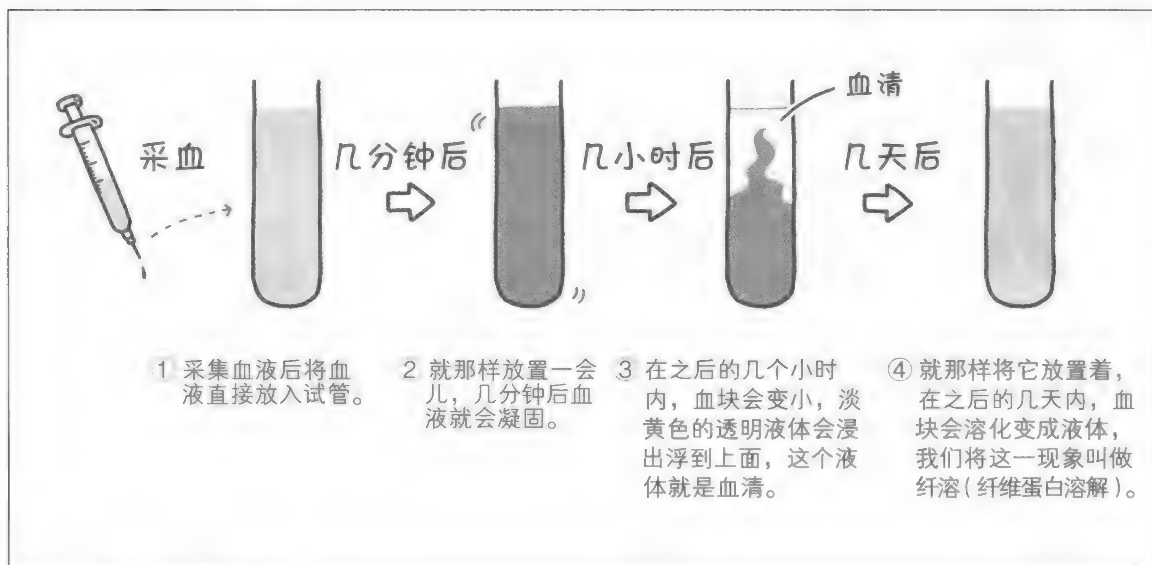


图 5.6 血液凝固

Check！

- 在凝固反应的最后阶段会发生纤溶，这样在体内凝固的血块会因溶解而消失。
- 止血与血液中的钙离子等多种凝固因子有关。

Column 过敏是免疫过度的反应

也可以说过敏是指清除入侵体内的病毒、细菌等外敌的免疫功能失控。像对花粉、食物等本来不需要视为外敌的物质产生免疫反应就是过敏。具有代表性的过敏性疾病有对杉树等产生的花粉症（鼻炎、结膜炎）、食物过敏、异位性皮炎（atopic dermatitis）、支气管哮喘等。“atopic”这个词的本义是“不能指定场所”，在这里具有“原因不明”、“不可思议”的意思。

在现代人中，无论是大人还是小孩，患过敏性疾病的人都在增加。这与环境有着很大的关系，但是具体原因还不是很清楚。

第6章 脑、神经系统

神经
是秒速 120m 的传导电线

1. 神经元

知了
热死了
知了
知了
知了
还不来修空调？我热得受不了啦！


谈话室
啊理？少爷
吱嘎
那个，
管理员阿姨……
少爷？
少爷


你们正在说话啊，对不起打扰了。
我房间的空调什么时候修理……
啊，唐田同学！？


老师，您好！
少爷，您认识组子？
有些交往。


嗯，
空调……
对不起啊，
我忘得一干二净！
我想今天傍晚会来人修理！
好了，过来喝点茶吧。


要等到傍晚啊……
那我就不客气了。


唐田同学是住校生吗？
正在为应付考试而学习吧？
好凉快！


嗯，
正在拼命地学习神经系统。
啊，谢谢
老师，您和管理员阿姨很熟吗？


听她叫您少爷。
烫
嗞
哎哟
噗噗噗噗


不要烫着了啊。
我喜欢在天热的时候喝热茶，
要是我事先告诉你这是热茶就好了……

谢谢您，我开始对神经传导的知识感兴趣了。

啊！

那么感觉“热”这一动作与神经系统的功能有什么关系呢……

嗯，首先让我从神经细胞、神经元开始讲起吧。

在身体中遍布着神经网，

构成神经网的基础单元就是神经元。

中枢神经

脑

脊髓

末梢神经

画成图就是这样。

神经元

通过树突或细胞体来捕捉信息，通过轴突来传导信息。

树突

细胞体

轴突

神经元的兴奋※会以释放递质的形式通过突触被传递到下一个神经元。

正如你所看到的那样，通过突触传导的信息只能单向通行。

突触

递质

※ 在神经元中，只有兴奋与静止这两种状态，这个兴奋与电子无关。

2. 末梢神经

并不是连接成一条长线的吧。

从一个神经元到下一个神经元，信息就这样在身体中复杂而详细地传递着。

没错！

在神经元中游走的信息会到达脑、脊髓这样的中枢神经系统。

感觉神经



认知“好热”这一感觉。

运动神经



发出“缩手！”这一动作指令。

自律神经



“吓死我了！”说完这句话后心跳加快。

现在老师要讲的是由感觉神经、

运动神经、

自律神经这三个神经构成的末梢神经系统！

末梢神经系统



感觉神经



运动神经



自律神经

不愧是认真学过的啊！

或许又制作出了新的神经网※哦。

热得我脑浆都快融化了。

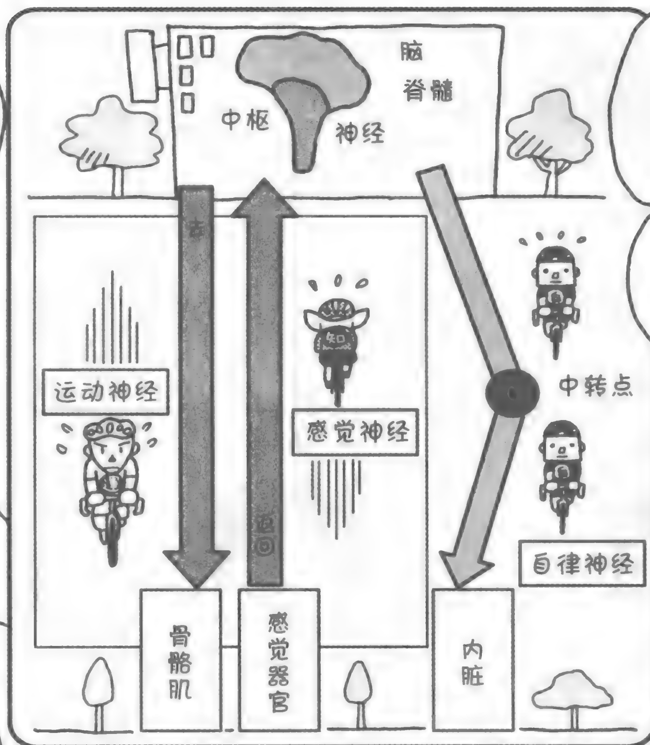
末梢神经是由神经纤维聚集而成的※※吧，

这一点我知道。

※ 在出生后，神经元基本上不会分裂增殖。随着神经元树突和轴突的成长，突触数量会增加，这样智力就会变发达。

※※ 我们将感觉神经的纤维叫做传入性神经纤维，将运动神经的纤维叫做传出性神经纤维。

3个末梢神经分别像这样连接着。



运动神经、感觉神经传导速度快，自律神经在中途有个中转点。

我明白了我刚才的行动与神经系统的关系！

不过唐田同学接触热水后迅速地缩手不是这个途径的全部，而是一种快捷方式。

咦？这有什么不同吗？

接触到热水后我吓了一跳……

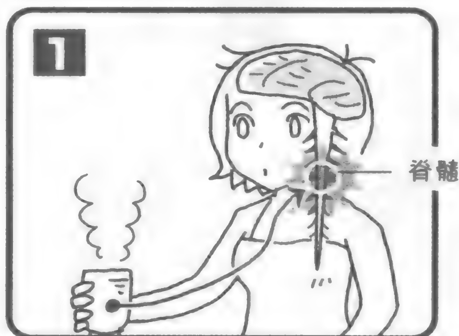
哇

NO!

认识到“吓了一跳”是在更后面。

微笑

首先手指会感知到惊人的高温，
接着高温刺激会经过感觉神经被传递到脊髓。



那样感觉到烫了吗？

还没有。

刺激进入脊髓后，信息会在那里进入快捷传递过程！
信息直接传递给运动神经，并向缩手的肌肉发出“收缩”指令，手就缩回来了。
我们将这个过程叫做脊髓反射。



在这个阶段，烫这一信息还没有传递给大脑吗？

嗯。

脊髓反射是针对疼痛、烫伤等对人体有危险的刺激所产生的反应。

这应该是……

危险信号专用线路吧？

那么，
下面，



当发生缩手这个动作后，烫手这一感觉就会到达大脑，

在此阶段才刚认识到烫手。

嗯——


它们的时间差
是多少？

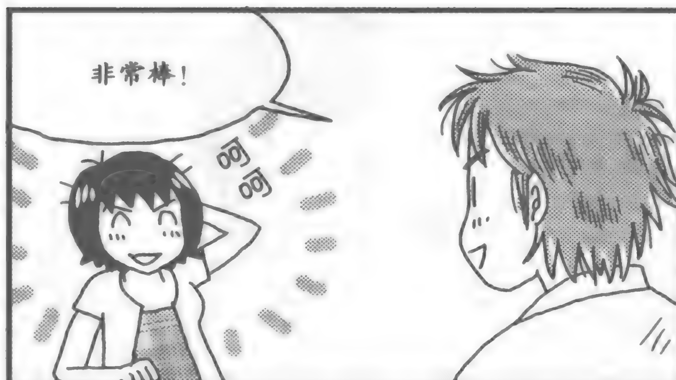

刺激在神经中
传导的速度非
常快。


因为神经结构的不
同，速度会有差异，
快的神经纤维的传导
速度为秒速 120m。
如果转换为时速，
就是 432km！！
比新干线还要快！
时速约 300km
运动神经
呵呵


速度很惊人吧？
因此，从手到大
脑只是一瞬间！


不过，在大脑意识到“烫手”
后，唐田同学的心就会扑通扑
通地加速跳动，大概心率和血
压都会上升，
这是……


因为自律神经……
交感神经兴奋了！
在讲解循环器
官时提到过。





大脑发出指令“看一下受了热刺激的手”。



唐田同学在转动手、脸、眼睛之后做了看手的动作。



手红的状态会从视网膜经神经到达大脑的视觉皮质。



大脑分析出“因为开水太热手被烫红了”。







眼睛把手指的信息传递给大脑的结果。

噗噗

大脑判断“不烫手了”。

已经不烫了。

结果就会停止噗噗地吹手的动作。

交感神经占优势的程度会减弱，心率和血压也会随之稳定，表情就会变得稳定。

过于放松！

哈

你明白了一系列的神经系统的功能了吗？

对于来自于外界的信息，根据自己的记忆和经验挖掘出对应方法……

并且速度是那样的惊人！

打个不太恰当的比喻，就好比计算机一样，

人体是一个了不起的组织系统。

也就是说必须要把数据塞入脑中！

还要为考试背诵吗……

嗯，有点不同。

虽然一遍又一遍地反复背诵也能够积累知识，但是如果把要背的东西与某一意思、场面、经验之类结合起来，就更容易记住。






是指采用与自身情况相结合认真地思考并理解其中的意思这一方法来记忆吗？


没错！
我想唐田同学肯定没问题，补考一定能够轻而易举地通过。


谢谢您，老师！
哈哈
我现在觉得生理学很有趣。


哈哈哈，这也是我的骄傲！
咔咔
咔哒
不过，不要光顾着学习，偶尔也要放松一下哦。


怎么说呢，现在很热吧。
给你这个
？
轻飘飘


什么？
〇〇街
纳凉节
这，这是要和我约会……

follow up 补充说明



你已经明白了神经系统分为中枢神经和末梢神经吧。脑和脊髓等中枢神经是中转、收集信息并判断信息发出指令的地方，也可以将它称为人体的中央控制中心。其中脑集约了我们的思考、行动、感情、感觉等所有信息。首先，让我们来看一下脑的整体结构图。

3. 脑

一提到脑，可能只会想到大脑，但是这里的脑并不是指大脑。我们将大脑、间脑、中脑、脑桥、延髓、小脑统称为“脑”，也将中脑、脑桥、延髓称为脑干。因为脑和脊髓是非常重要的部分，所以为防止它们受到冲击，在其上面覆盖着脑膜，并且它们都浮在脑脊髓液中（图 6.1）。

人脑在进化的过程中并不是单纯地膨胀，而是因其功能进一步地发达而不断地变大。位于脑最里面的脑干负责着动物不可缺少的生命活动——呼吸和循环等。位于脑干稍外一点的大脑边缘系统负责食欲、性欲、喜怒哀乐等本能性功能。位于大脑最外层的大脑新皮质负责对人类来说最高等的功能（如知觉、空间推理、意识及人类语言）。

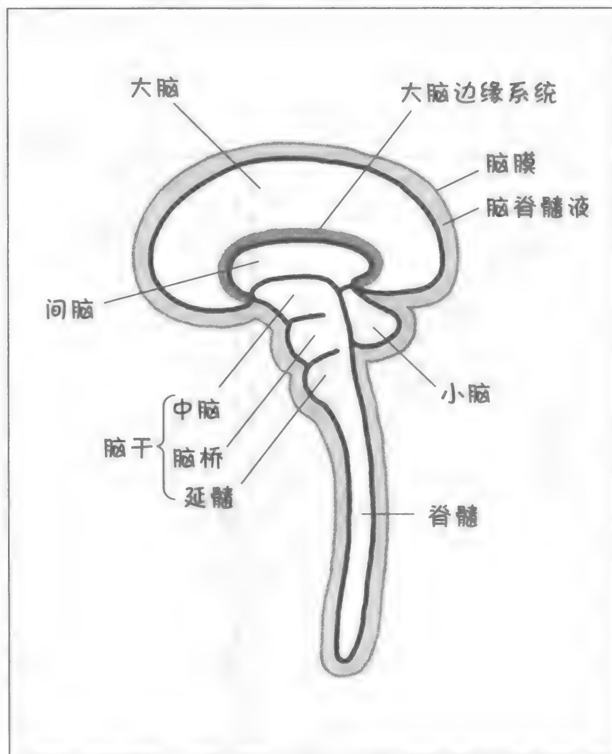


图 6.1 中枢神经的整体结构图

可以说大脑是人最重要的地方。为考试不及格而烦恼、为补考而努力学习都是大脑在发挥作用。学习新知识、掌握作为护理师所必需的知识和技术、寻求护理患者的方法、与朋友一起尽情地享受青春都是大脑的工作。

我们将大脑表面看起来呈灰色的那层叫做灰质，看起来呈灰色是因为那里聚集着神经细胞。位于灰质内侧呈白色的那一层被称为白质，在那里聚集着很多神经纤维（图 6.2）。

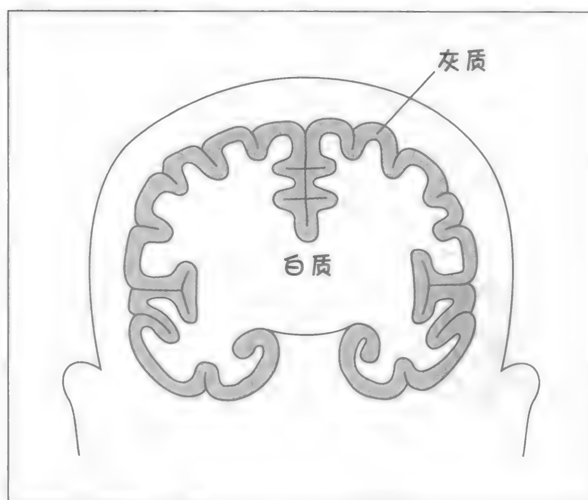


图 6.2 脑截面图

在大脑表层聚集着褶皱。这些褶皱是为了增加神经细胞排列面积而形成的，我们将这一部分称为大脑新皮质。人的智商之所以高就是因为大脑新皮质非常发达。

在大脑皮质中，也有被称为大脑皮质、大脑旧皮质的地方。大脑皮质、旧皮质在生物进化过程中的很早以前就形成了。它负责着食欲、性欲、悲伤情绪等动物共有的本能性功能（图 6.3）。

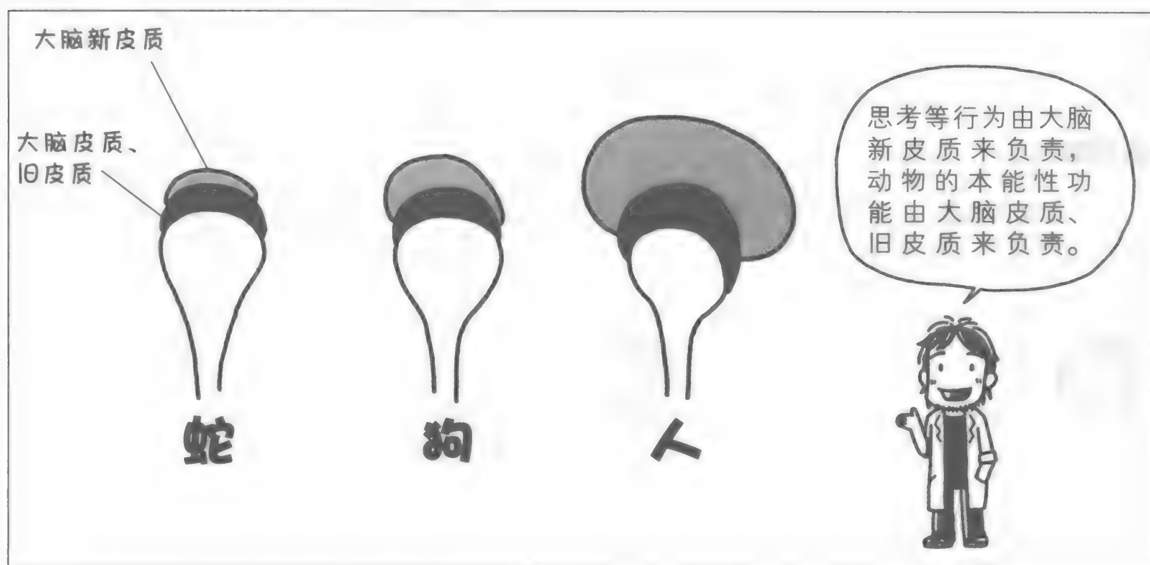


图 6.3 动物与人的皮质差别（模式图）

大脑新皮质的不同部分承担着不同的功能。像看东西、说话、跑、走路等都是由不同的部位来负责的。我们将这叫做功能定位（图 6.4）。这与把不同的功能赋予各自的专家来处理更有效率、更正确类似。例如，在销售公司，会由不同的人来承担不同的工作，有做商品宣传的人，有接受电话订单的人，有把商品装箱的人，有准备发货单据的人，有运输商品的人。我们将负责不同功能的区域叫做“区”。

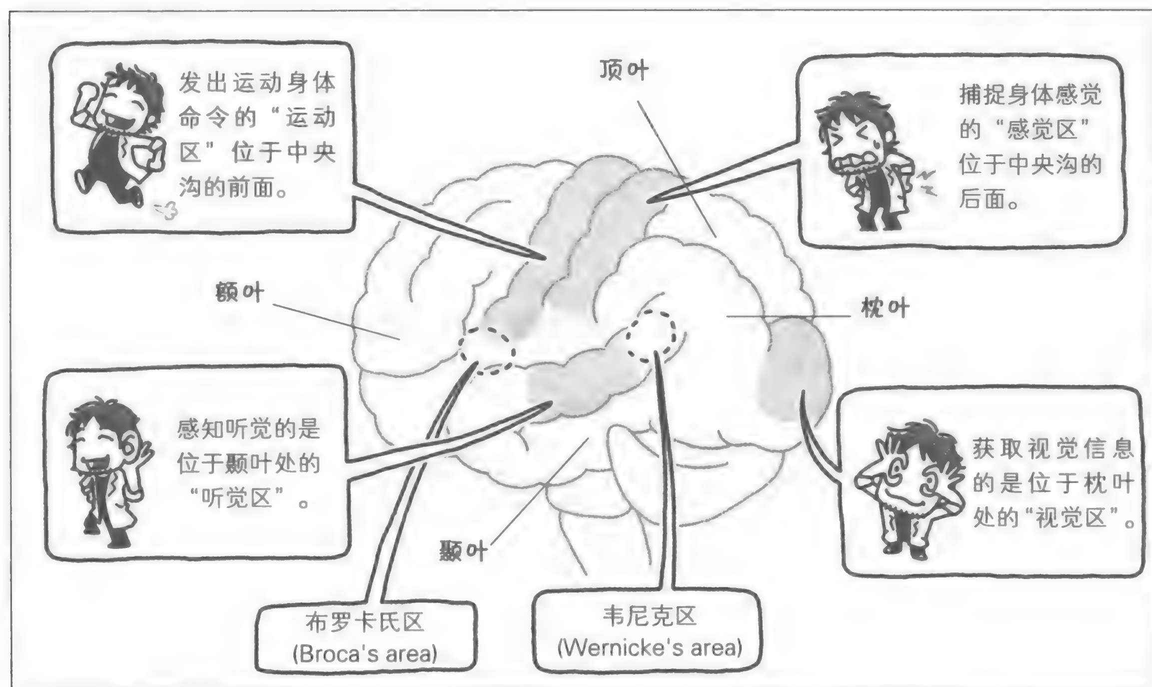


图 6.4 **大脑的功能定位**

在运动区和感觉区，其各部分的功能也是固定的。脑中心部位及附近主要负责脚的功能，颞部附近负责脸和头的功能。



那么我们说话时会有好几个地方发挥功能吧？



没错。让我们来看看我们都需要什么功能来操纵语言。

捕捉“语言”的方法包括读文字的方法和听说话声音的方法。因为使用这两种方法的感觉器官和信息种类都不同，所以负责各自功能的区域也有差别。负责理解语言的中心是一个被称为韦尼克区（图 6.4）的部位，我们也将这个部位叫做感觉性语言中枢。另外说话时必须要通过口、舌头、喉咙等部位的动作才能发出声音，我们将发挥此功能的区域叫做布罗卡氏区，这个区域也被称为运动性语言中枢。

不知为何这两个中枢均位于左大脑。因此当因脑损害造成“语言”障碍时，根据损害部位的不同，症状会有所不同。若布罗卡氏区受到损害，就会出现能理解语言意思但不能发声说话的症状。



大脑会发出让身体运动的命令，那么小脑呢？



可以说小脑的功能就是调节运动。

小脑把实际发生的运动与大脑发出的运动命令相对照，分析运动是否在准确地进行，然后发出微调节的信号。反复地练习某个动作就会对这个动作熟练，这是因为小脑有微调节功能。



脑死是指整个脑都死亡的状态吗？它与植物状态不同吧？



脑死和植物状态是两种不同的状态。脑死是指整个脑的功能彻底丧失。

在脑死状态下，没法说话、吃东西，甚至于不能自主呼吸，这样不久就会停止心跳。而在植物状态下，脑干还活着。如果脑干还活着就能够呼吸，心脏也会跳动，但是没有意识，即使和他打招呼他也不会有反应（图 6.5）。

当脑部供氧不足时，人就会非常衰弱。如果呼吸停止，氧供应中断，仅在 3 ~ 4 分钟之内，细胞就开始死亡。据说从呼吸停止到开始实施人工抢救，若是在 2 分钟之内，90% 的人能被救活，若过了 4 分钟，50% 的人能被救活，若过了 5 分钟，只有 25% 的人能被救活。虽然脑的重量只有体重的 2% 左右，但是它要消耗全身 20% 的氧。

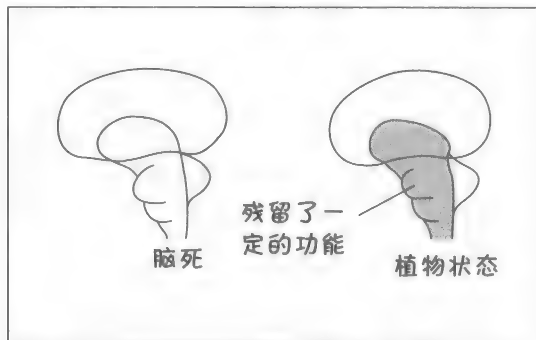


图 6.5　脑死与植物状态的不同

Check！

- 间脑位于大脑内侧，脑干之上，由丘脑、下丘脑、脑垂体等组成。它具有作为自律神经和内分泌系统中枢的功能。
- 脑消耗大量的氧是在燃烧能量源进行活动。脑的能量源只有葡萄糖。
- 大脑的左半侧负责身体右侧的运动和感觉功能，大脑的右半侧负责身体左侧的运动和感觉功能。

4. 脊 髓



脊髓的主要功能是中转由脑向末梢发出的指令和由末梢向脑传送的信息。它只能进行中转。

脊髓从脑的下端开始，通过脊梁骨伸展到腰部附近，呈直径为 1cm 左右的圆柱状，其横切面为稍带缺口的圆形。脊髓和脑在胎儿期原本是一根中空的管子，出生后随着人体的成长，这根管子的头部细胞会增多，变成大脑(图6.6)。因此脊髓和大脑是连接在一起的。

在脊髓中有很多神经细胞和神经纤维束。在这里请回忆一下神经元（⇒第 118 页）的相关内容。神经元由神经纤维（树突和轴突）和细胞体构成。

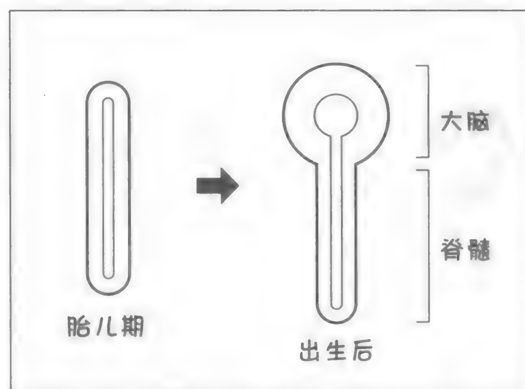
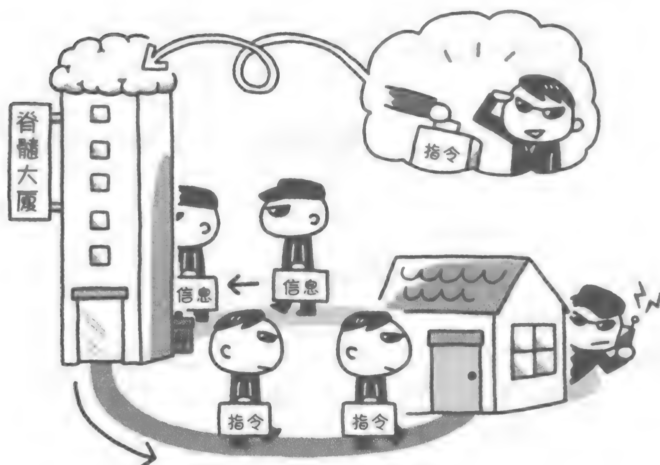


图 6.6 脑和脊髓是一根管子

“信息”从后门进入脊髓大厦，“指令”从脊髓大厦的大门出来



脊髓和脑一样，在其中存在着很多神经元，有很多神经纤维的地方是看起来呈白色的白质，有很多细胞体的地方是看起来呈灰色的灰质。

从脊髓中发出了很多神经纤维，流经这些神经纤维的神经冲动※中包括“传入冲动”和“传出冲动”。为了避免指令与信息的传播线路混合，指令从脊髓中出来的出口和信息进入脊髓的入口不同。

由脑向末梢发出的指令会从脊髓中“出来”，其出口在脊髓前侧（腹根）。知觉等来自于末梢的信息会“进入”脊髓，其入口在脊髓后侧（背根）（见第 130 页插图）。

※ 沿着神经纤维传导的活动电位。



“脊髓是脑和神经末梢的中转站”，这是怎么一回事？



具体地说，就是在倒换神经细胞。请看图 6.7，让我来解释一下吧。

脊髓中的神经纤维会把来自于脑的指令交给位于脊髓前侧的灰质层的神经细胞，然后指令会从那里沿着脊髓神经被传到身体的神经末梢。在神经末梢捕捉到热、痛等知觉信息的神经纤维会从脊髓的后侧进入，将信息交给那里灰质层的神经细胞，那里的神经纤维就会将信息传给脑。

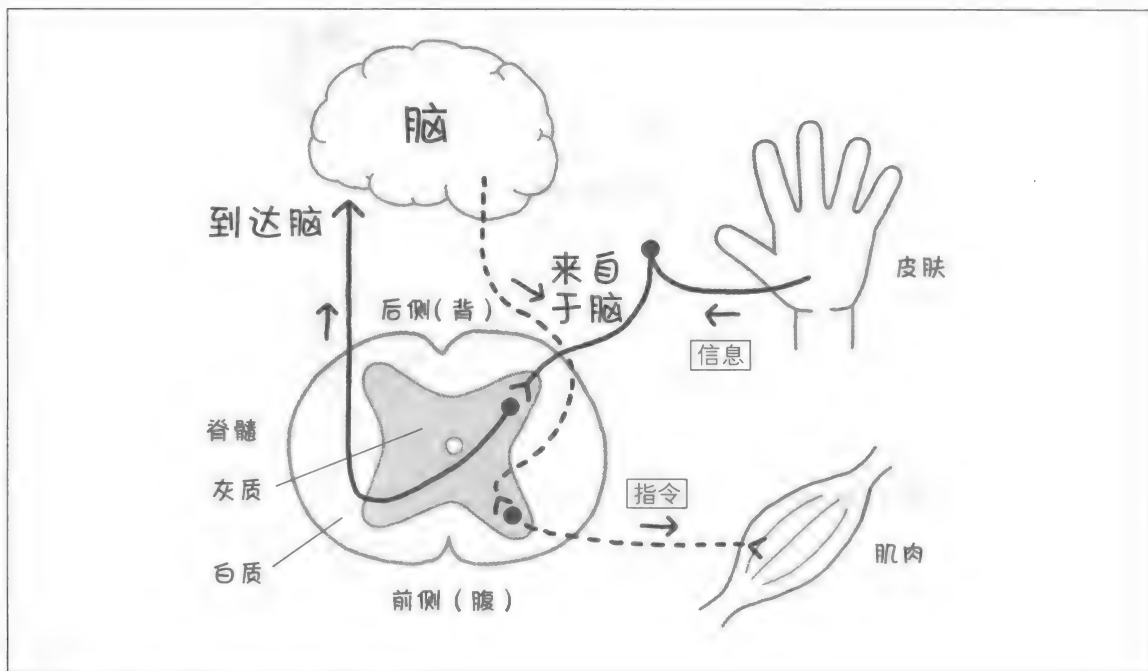


图 6.7　在脊髓中的神经细胞的传导路径

在脊髓白质部分所聚集的神经纤维并不是杂乱地聚集着，具有相同功能的纤维汇集在一起，被分为传导运动的“去路（下行性通路）”和传导感觉的“归路（上行性通路）”。我们将这些具有相同功能的纤维的集合叫做神经通路（也叫传导通路）。

神经通路几乎都会在中枢神经的某处左右交叉。大脑左半侧负责身体右侧的功能，大脑右半侧负责身体左侧的功能，就是因为神经通路在相反的方向交叉。



那么，像我刚才接触到热水后马上缩手的脊髓反射的路径是怎样的？



手的皮肤捕捉到烫手的信息后就被快捷化了。

“烫！”这一冲动被传递给脊髓，因为这是传入通路，所以会从脊髓的后侧进入。通常在这里会倒换神经细胞，将信息传递给脑，但是此时这一过程却被快捷化（图 6.8），把信息传给了位于脊髓前侧的传出通路处的细胞。于是手腕肌肉无意识地收缩，手就缩回来了。

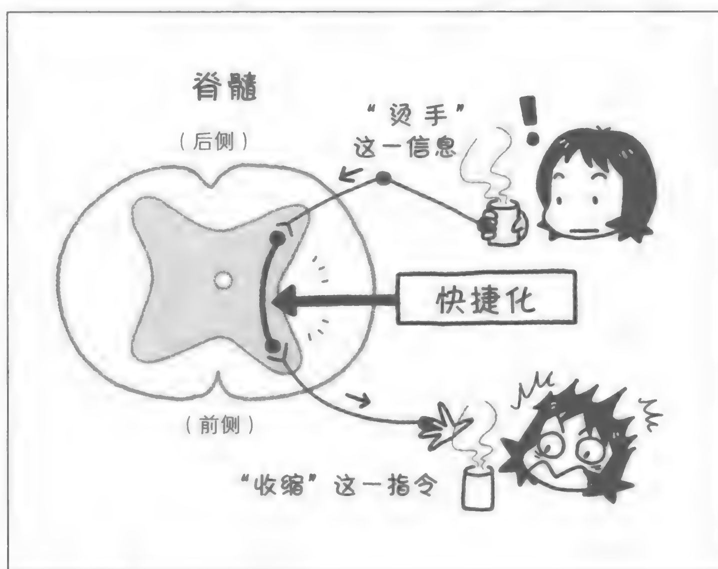


图 6.8 脊髓反射的结构图

Check！

- 脊髓会随着脊梁骨（脊椎骨）的发育而不断地伸长，因为骨头会发育得很大，所以在成人的腰椎部位以下只有脊髓液。

5. 脑神经和脊髓神经



脑和脊髓是中枢神经，而连接这个中枢与末梢的神经就是末梢神经。我们先前已经提到过：从末梢神经的功能来看，可以将它分为传导来自于脑部的运动指令的运动神经，把来自于末梢的皮肤感觉、声音、光等信息传导给中枢神经的感觉神经，以及控制内脏的自律神经。另外，从解剖学的角度可以将末梢神经分为由脑发出的脑神经和由脊髓发出的脊髓神经。

脑神经共有 12 对，它们分别有不同的编号和名称，大部分为发送活动脸部、舌头、眼球等运动指令的运动神经及传导脸和头部的知觉、味觉、嗅觉、视觉、听觉这些感觉的感觉神经。其中迷走神经比较奇特，它从脖子开始向下伸展其分支，控制着胸部、腹部内脏的功能。迷走神经最主要的功能就是其作为自律神经（副交感神经）的功能。脊髓神经贯穿脊髓，并从脊椎骨中间穿过，再从骨头与骨头缝隙间的出口发出，一共有 31 对。

脑神经和脊髓神经几乎控制了全身的运动和感觉，所以我们在屋里摆几台联网的电脑就觉得乱七八糟了，但神经系统并非杂乱无章地遍布于全身，它经常会在中枢和末梢之间交换大量的信息。

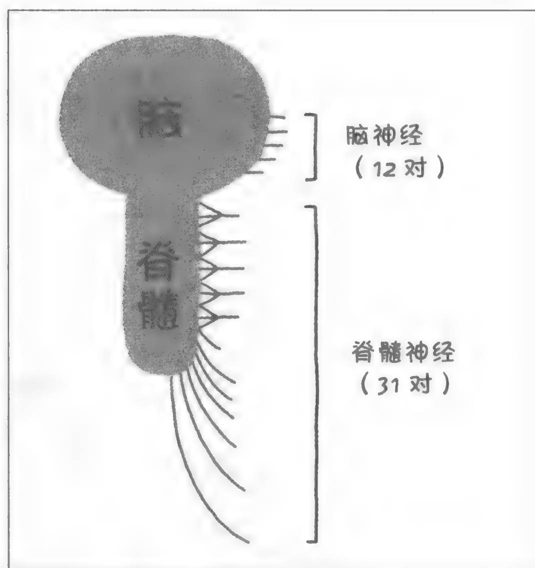


图 6.9 脑神经和脊髓神经

Check！

- 我们将运动神经和感觉神经叫做躯体神经。
- 脊髓神经从脊髓中发出后，有的会与上下脊髓神经相连，有的会产生分支，形式被称为神经丛的网状结构。

6. 自律神经的功能



自律神经中的“自律”是指与主观意识无关，包含有“自动性”的意思。身体的许多功能都是不受我们意识控制的，而掌控这些功能的就是自律神经。自律神经包括与兴奋、活动系统有关的交感神经和与镇静、放松系统有关的副交感神经。

如果从草食动物和肉食动物的关系来思考自律神经系统的功能，就很容易理解。在草原上，草食动物一般会吃草。在附近没有敌人时，它们会很放松。在这种状态下，副交感神经的功能占优势。

当副交感神经功能处于优势状态时……



当其附近出现肉食动物时，草食动物就会突然紧张起来，它有可能会逃跑，有可能会为了保护自己与肉食动物战斗。此时，交感神经的功能处于优势状态。

当交感神经功能处于优势状态时……





当交感神经占优势时，心脏就会扑通扑通地跳，血压就会上升吧。



没错。就要被肉食动物袭击的草食动物不管是选择逃跑还是选择作战都必须全力以赴。

这样就会向肌肉输送大量的血液，因此心率会增加，血压会升高，而且气管会扩张以便吸取更多的氧，储存在肝脏中的糖原会被分解，大量葡萄糖被释放到血液中。此时并不是静下心来吃东西、悠闲排泄的好时机，因为到消化器官系统的血流量会减少，分泌消化液的功能会降低，消化管的运动会减弱。

当交感神经功能处于持续优势状态时……





也就是说那个肉食动物是“紧张因子”！



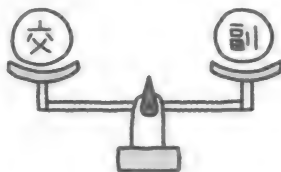
没错。现在人虽然很少被肉食动物袭击，但是自己不擅长应对的东西、人、语言、环境等都相当于这个肉食动物。并且当交感神经长时间地处于持续优势状态时，身体和头都会变得很疲倦。

自律神经是人适应环境变化生存下去所必需的神经。交感神经和副交感神经缺一不可，这两者相互平衡地发挥作用很重要。

自律神经分布在心脏和肝脏等内脏、胰脏和肾上腺等内分泌器官、气管、支气管、消化管、膀胱、全身的动脉等部位。一般在有交感神经的地方，就分布着副交感神经，它们正好发挥着相反的作用。

副交感神经和交感神经的平衡……







你怎么啦？



没，没什么！

Check！

- 从交感神经末端发出的神经递质是去甲肾上腺素 (noradrenaline)，从副交感神经末端发出的神经递质是乙酰胆碱。
- 当交感神经兴奋时，肾上腺髓质会分泌出肾上腺素（adrenaline）。肾上腺髓质由交感神经支配着。

第7章 感觉器官

不单是接触才能体验到的感觉

1. 感觉的种类






真的非常好！
这个花纹就像神经元。
神经元!?


噢，对了！
闭上眼睛！


唉！
为什么？
好啦，好啦。


稍等一下！
嘎吱


好！给你！


这是什么啊？


呵呵，今天我们来学习感觉器官。
现在你应该正在用手的皮肤捕捉各种感觉。


下面我来提问，
有什么感觉传来吗？


感觉吗？
嗯，有点冷？


不会吧，又学习？
呜呜
刚才还说放松了，这又算是怎么回事嘛!!!
啪嗒
啪嗒
嚯嚯，反应还真够大的。


冷，还有呢？
表面坚硬……
这个！


哦，坚硬，它的重量如何？
很轻……


好，
睁开眼睛吧。
究竟是什么啊……





刚才唐田同学接触到那个乌龟所表现出的“冷”、“坚硬”、“轻”等感觉都是由皮肤的感受器捕捉到的。

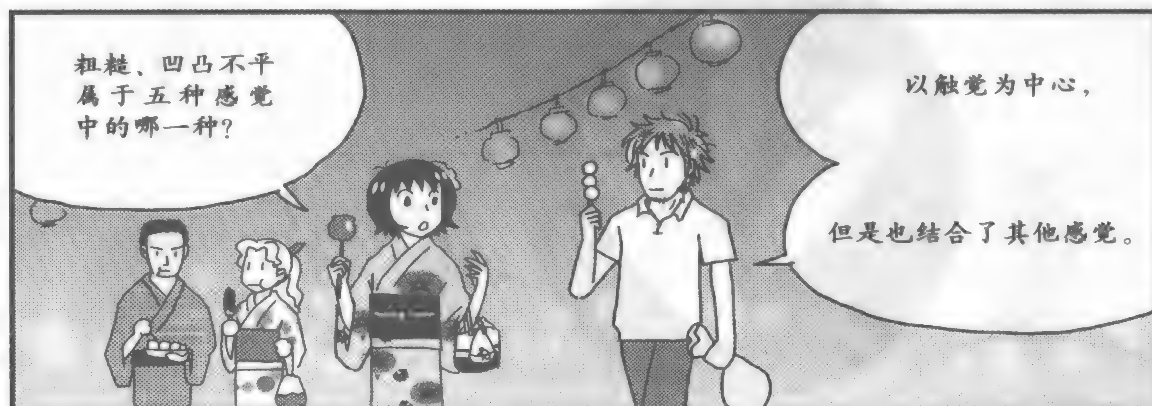


我们将像这样用手接触到的、由身体某处的皮肤感触到的感觉叫做表面感觉。






表面感觉包括痛觉（感觉疼痛）、触觉（触碰的感觉）、压觉（受到压迫或按压的感觉）、温觉（感受温热）、冷觉（感受冷）。
位于感觉神经末端的感受器捕捉到这些感觉后会将感觉信息传递给脑。
痛觉　疼痛
触觉　触摸
压觉　受到按压
温觉　感受温热
冷觉　感受冷


粗糙、凹凸不平属于五种感觉中的哪一种？
以触觉为中心，
但是也结合了其他感觉。


但是，老师，
我觉得“轻”、“重”这样的感觉与疼痛、温度都不同。


很好，
你注意到了。

没错，轻、重之类的感觉不是表面感觉。

唔？

请你再闭上眼睛。

噢

我又成了实验台啊……

那么，

现在感觉怎么样？

好像苹果糖要被老师拿走……

哈哈，我没拿。

啊？

你体验到我把你的手向上抬起来了吗？

我当然知道，这毕竟是我的手。

那么你是如何来感知你自己手腕的位置的？

……啊！

有感知自己姿势的组织结构吧？

没错！





另外，位置觉并不是通过接触表面就能体验到的感觉，

我们将这样的感觉叫做深部感觉。





我们将振动的感觉叫做振动觉，它也是深部感觉。

深部感觉

那么轻和重都是深部感觉？

表面感觉

深部感觉

对！

我们将刚才提到的表面感觉和深部感觉合称为躯体感觉。

原来如此

躯体感觉 — 表面感觉 / 深部感觉

好，明白了吧。


来，这个作为奖励！
哇
谢谢！

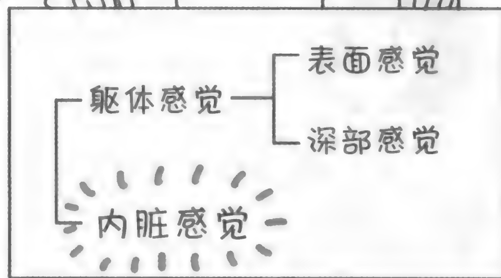
我开吃了！

吧唧吧唧
吧唧
吧唧

当

哎哟，好痛！
这个痛是由哪里感觉到的？

呜呜，不是皮肤，所以不是表面感觉……
叮当
叮当

没错，这不是表面感觉。
我们将头痛、腹痛等身体中的疼痛叫做内脏感觉！
咚
咚

躯体感觉
表面感觉
深部感觉
内脏感觉











※ 我们把在偏离疼痛产生部位所出现的关连痛也称为放射痛。

2. 感觉和阈值



老师，您是不是过于注重人的反应了？



不是啊，唐田同学确实值得一教，
因为每次都会对我做出相应的反应。
好了，这样确实也容易记住。
好痛



怎么了？
冰激凌头痛还在持续呢？
好痛



痛、痛
啊，被木屐带磨伤了。
很痛吧？



没什么大不了的。
不行，不要死撑着，
这样会影响到马拉松大会。



失礼了。


……啊，
谢谢。


不客气。
好


咦？
你喝酒了吗？脸这么红。
啊？
哈哈哈
不过，老师，疼痛是表面感觉吧！


表面感觉的不同
敏感
钝感
嘴唇
舌尖
手指
脚趾
脖子
手肘
脊背
大腿
没错，
疼痛是表面感觉中最敏感的感觉。
只是并非在身体的任何一个地方对疼痛的感觉都相同。
手指、嘴唇、舌尖等部位的感受器密集，对疼痛相当敏感。
脊背、大腿前面等部位的感受器稀疏，对疼痛的感觉迟钝。


确实，把手指和脊背比较一下，就会发现它们对疼痛的感觉完全不一样。
因为手指是最先感知到触碰到的东西的地方，所以它不敏感是不行的。
哇
没错。

身体所具备的感觉都是优先察觉到危险信息。



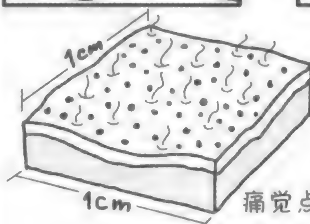
痛觉点 > 压觉点 > 冷觉点 > 温觉点





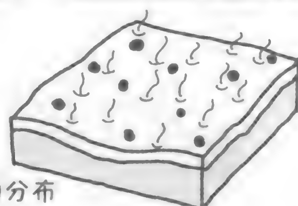






痛觉点的分布

痛觉点要比温觉点多很多就是很好的证明



温觉点的分布

※ 例如，在 $1cm^2$ 皮肤中有 100 多个痛觉点，但是只有几个温觉点。

另外，我们将能够使人产生疼痛、冷等感觉的最小刺激叫做阈值。

阈值		
	低	通过弱刺激感觉（敏感）
	高	通过强刺激感觉（钝感）

阈值低是指即使刺激很弱也能够有相应的感觉，

相反，阈值高是指刺激不强就不能产生某种感觉。



还有一点很重要，

有时在持续地接受高于阈值的刺激时，也不会对刺激产生反应。

不痛

适应

不痛

阈值

我们将这叫做感觉适应（简称为适应）。

嗯

咦？

不好

老师，这里，这里

嘭

哎哟，那两个人呢？

嗯，他们好像掉队了……

喔喔，今年的烟花也很棒哦。

唐田同学是第一次来吧？

嘭

呵呵，这可是一次很好的放松机会。

是的！考试和马拉松我都会努力加油的！

哗啦哗啦

是啊，实在是太漂亮了。

follow up 补充说明



前面我一直在讲解的躯体感觉和内脏感觉被称为一般感觉，另外还有像视觉、听觉、平衡感觉、嗅觉、味觉等这样的感觉，我们将这些感觉叫做特殊感觉。它们都有专用的感觉器官，如眼睛、耳朵、鼻子等，其特点就是在其专用感觉器官以外的地方不会产生这些感觉。下面让我来逐一讲解一下这些特殊感觉。

3. 视觉——眼球

首先是视觉。我们可以将眼睛的结构比作照相机。晶状体相当于照相机的镜头，虹膜相当于照相机的光圈，视网膜相当于照相机的胶片。现在胶片式相机很珍贵哦。从眼中进入的光经角膜和晶状体折射后会在视网膜上成上下左右都倒置的像。在视网膜中密集地排列着视锥细胞和视杆细胞，这两种细胞都具有感光性，会通过视神经将信息传递给大脑。但是只是依靠这些并不会“看见物体”，还要通过脑将像颠倒过来使其回归到正确的位置，并参照自己的记忆来判断那个像是什么东西，在眼前发生了什么事，结果就会第一次“看见了某东西”。

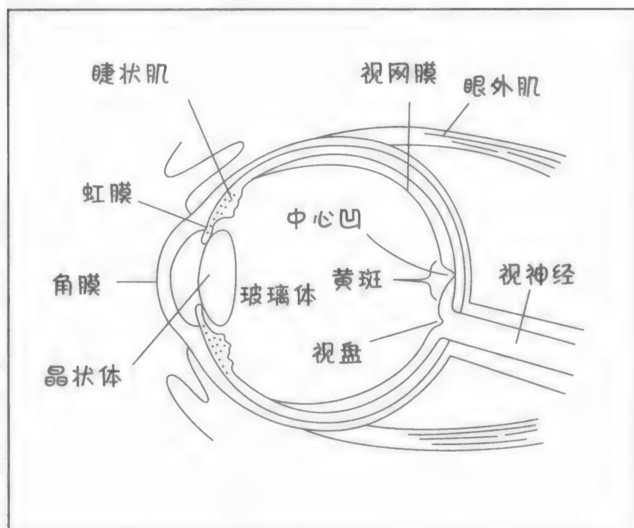


图7.1 眼球的结构

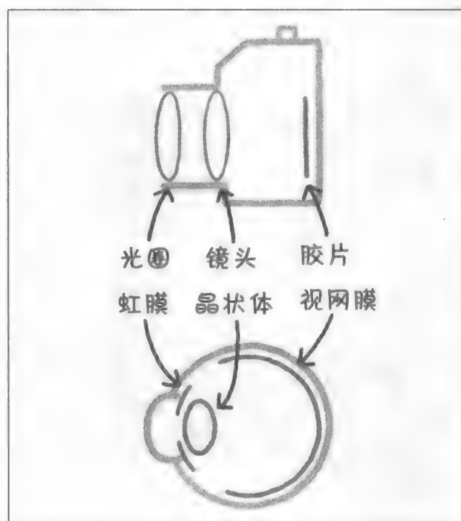


图7.2 眼球和照相机的结构



人和很多动物都有两只眼睛。这有什么意义吗？



当因眼病把眼睛遮住后，就会失去距离感。你有过这样的经验吗？因为两只眼睛位于脸的两侧，所以两只眼睛所捕捉到的像会有些偏差，脑能够通过分析这个偏差使看到的物体呈立体状。

从左右眼中进入的光信息会通过不同的路径到达大脑的视觉皮层。在视网膜外半部分的影像会直接被送入外侧的视觉皮层，但是在视网膜内半部分的影像会交叉后被送到相反侧的视觉皮层，我们将这个交叉的部分叫做视交叉（图 7.3）。也就是说眼前物体右侧的影像会被送入大脑左半球，左侧的影像会被送入大脑右半球，即通过大脑将两侧的影像合并来看物体。

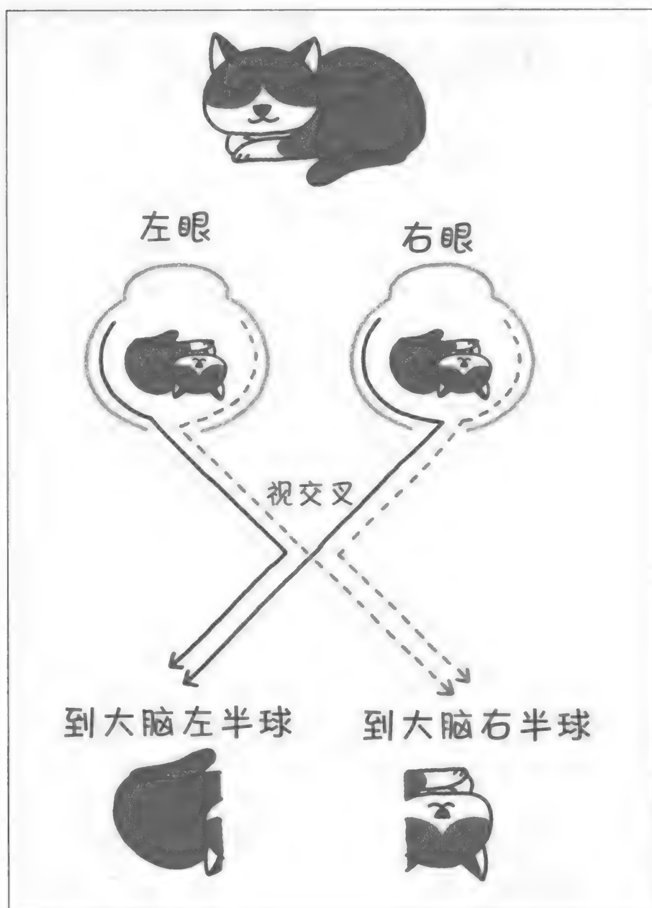






图 7.3　视交叉



近视是因为改变晶状体厚度的焦距调节功能不正常所造成的吧。



只是一个原因，实际上大部分近视是由眼球的长度（眼轴）变长所引起的。

近视、远视是指因眼球本身的大小变化而导致不能在视网膜上形成（映出）清晰的物像。近视是指因眼球变大，从晶状体到视网膜的距离变长，而导致不能看见远处的物体。相反远视是指因为眼球变小，从晶状体到视网膜的距离变短，而导致不能看见近处的物体。顺便指出，散光是指角膜各子午线的曲折率不一致，使得经过这些子午线的光线不能聚集于同一焦点，从而使光线不能准确地聚焦在视网膜上形成清晰的物像。另外，随着年龄增长，眼球晶状体逐渐硬化、增厚，而且眼部肌肉的调节能力也随之减退，导致变焦能力降低，我们将这一现象称为老视（也就是所谓的老花眼）。



眼睛是如何来分辨颜色的？



这是位于视网膜中的视锥细胞和视杆细胞所起的作用。

视锥细胞是能够分辨颜色的细胞，大多数哺乳动物都具有能感受光的三原色——红光、蓝光以及绿光的三种视锥细胞。而视杆细胞是能够分辨明暗度的细胞。位于视网膜中央的黄斑是通过晶状体进来的光的成像点，在黄斑部位有很多视锥细胞，而在黄斑的周围有很多视杆细胞。如果光线暗淡，视锥细胞就不太能分辨颜色。因为在光线暗淡的地方它分不清红色和黄色等颜色。

Check！

- 我们在看物体时，不仅是脸，眼球也会运动。在眼球的表面附有 6 条肌肉（眼外肌），以便眼球能够向着上下左右和倾斜方向运动。
- 瞳孔（虹膜中央的孔）在光线明亮处会缩小，在光线暗淡处会扩大。它由自律神经来支配，左右眼的瞳孔大小相等。

Column 实际的视力

当视力为 1.0 或 0.2 时，这个数值表示在静止状态下分辨两点之间最小距离的能力。我们可以利用 C 字状的朗多环视标（Landolt ring）来检查视力，看看在相隔一定距离的情况下能否判断出 C 字的口在哪里。

而实际的视力不单是要能够区分这两点之间的最小距离，还需要能识别出明暗度、颜色、距离甚至于运动物体的能力，同时视野的广阔性也很重要。

4. 听觉、平衡觉——耳朵



耳朵具有感知听觉和平衡觉的能力。耳朵的主要结构可以分为三大部分：外耳、中耳和内耳。外耳包括耳廓和外耳道，我们通常讲的“耳朵”，其实只是耳廓这一部分。在中耳中，从鼓膜开始就含有听小骨。而内耳埋于头盖骨之中。在感知外界声音时，会用到耳朵的所有部分，但是感知自己身体平衡感觉的装置只在内耳之中才有。

空气的振动就是声音。耳朵位于眼睛后面，它具有辨别振动的功能，能将振动增幅后转换成神经冲动，然后传给大脑。耳廓是集音器，它能收集声音，外耳道是传播声音的筒子，并且里面的鼓膜会随着声音的振动而振动。位于中耳之中的 3 块听小骨会使振动增幅然后传给内耳。在内耳之中有一个呈蜗牛形状的耳蜗，耳蜗之中充满了淋巴液，当淋巴液振动时，排列在耳蜗之中的毛细胞会分别捕捉自己所负责频率的振动并将它转换成神经冲动。

外耳
中耳
内耳
传给大脑
耳廓
三个半规管
前庭
耳蜗（实际上是像蜗牛一样的螺旋状）
鼓膜
听小骨

听小骨为人体中最小的骨头，又称为听骨，它由锤骨、砧骨及镫骨组成。它是少有的身体中不具有支撑身体作用的骨头。

图 7.4　耳朵的结构（模式图）



当哪里发生异常时就会听不到声音？



这根据耳朵发生异常的部位可以分为好几种情况。

因为外耳和中耳具有“传导声音”的作用，所以它们被称为传音装置。当外耳和中耳的某个部位出现异常时，就会引起听力衰退，我们将这种情况叫做传音性耳聋（又叫传导性耳聋）。具体的症状有外耳闭塞、鼓膜破裂、听小骨不能动等。

内耳具有“感知声音”的作用，因此把它叫做感音装置。当内耳和大脑中传导信息的神经出现异常时，就不能识别出声音，我们将这种情况叫做感音性耳聋。

在传音性耳聋的状态下，可以通过骨传导方式来传导声音。因为只要声音的振动能到达内耳就能被内耳感知，这是治疗传音性耳聋的关键，所以可以通过声音让头盖骨振动。现在市面上正在销售采用了这种技术的耳机。



图7.5 骨传导的结构



感受平衡觉的是三个半规管吧？

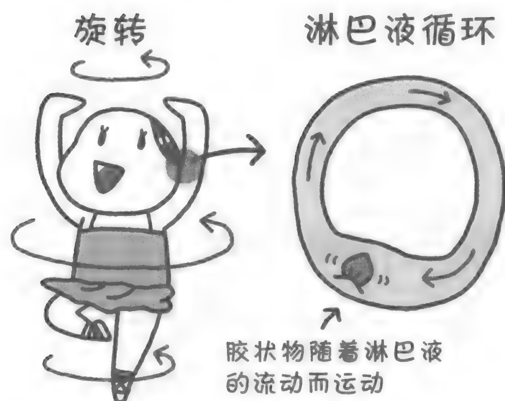


没错！但是并非只有三个半规管。内耳能够感知旋转运动和头部倾斜这两种感觉。感知旋转运动的是三个半规管，而感知头部倾斜的是位于三个半规管下面部分的前庭。

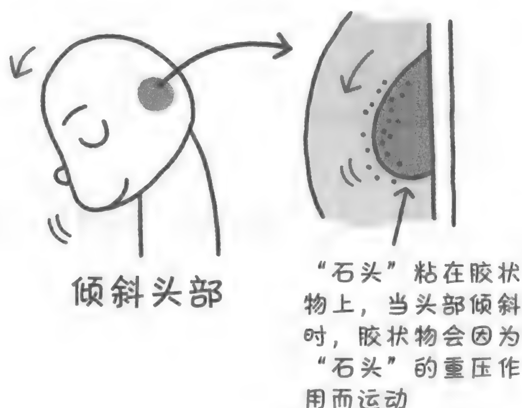
三个半规管是三个互相垂直的环管，在环管的基底有在淋巴液中流动的胶状盖膜（一种胶状物）。当身体旋转时，由于惯性，三个半规管中的淋巴液也会转动，随着淋巴液的流动，胶状盖膜也会运动，并且位于该胶状盖膜底部的神经细胞能感知到它的运动。

在前庭中，有一个好像许多小石头粘在胶状物上一样的装置。当头部倾斜时，胶状物就会因为那些“石头”的重压作用而运动，神经细胞就会感知到它的运动。

三个半规管
是感知旋转运动的装置



前庭是
感知头部倾斜的装置



Check！

- 耳朵也和眼睛一样位于脸的左右两边，它能判断出声音来自于身体的哪个方向。
- 中耳通过耳咽管（咽鼓管）与鼻腔相连，因此中耳中的气压与大气压保持一致。当乘坐飞机或潜水时，气压会发生变化，耳朵会产生耳鸣。此时，如果将耳咽管打开，中耳中的气压就会变得与外界大气压一致，耳鸣就会停止。

5. 嗅觉——鼻子



嗅觉是由位于鼻腔上方的手指头大的嗅上皮来感知的。当有气味的东西进入鼻腔接触到嗅上皮后，嗅上皮就能感知到这种气味并将信息传递给大脑。嗅觉具有其他感觉都没有的有趣特征，让我来讲解一下它的相关知识。

由嗅上皮感知到的嗅觉信息会穿过相当于鼻腔顶棚的头盖骨进入大脑边缘系统（⇒第 6 章第 126 页）。大脑边缘系统是掌控本能性欲求（食欲、性欲等）和情绪（平静、高兴、悲伤等）的地方，因此可以说嗅觉是一种与心情直接相关的感觉。

你有过这样的经验吗？当闻到好闻的气味后心情变得无比舒畅，头脑也变得清醒而爽快，学习效率提高了很多。

由嗅上皮感知到的信息会立即进入大脑边缘系统





我曾听说过在医院有的护士就会对患者使用芳香疗法。



没错！芳香疗法是利用植物的香气来达到使人放松和令人精神振作的目的。我认为这有利于调节患者的心情。

嗅觉有趣的第二个特点就是与记忆有关。在闻到某种香气的瞬间，有时会清晰地回忆起以前所发生的事情，甚至包括当时的场面和当时的心情。这是因为嗅觉信息进入的大脑边缘系统也与记忆深深相关。

回忆起往昔之事的香气……



如果鼻子因为感冒和花粉症而堵塞，就不能品尝出食物的味道，这是因为我们心中的“味道”有相当一部分其实是“气味”。当然味觉是用舌头来感知的，但是饭菜等东西的“美味程度”没有嗅觉是无法得知的。

能品尝味道还要多亏嗅觉



Check！

- 人的嗅觉虽然不及狗，但是也能分辨出相当淡的气味。据说人能够分辨出一万种气味。
- 嗅觉容易发生适应。如果长期置身于相同的气味之中，习惯了这种气味，就会暂时无法感受到这种气味，但是在这种状态下却能感知到其他气味。当环境变化、气味增强时，也能够感知到曾经无法体验到的气味。

6. 味觉——舌头

味觉包括五种，即咸味、甜味、苦味、酸味、鲜味。以前我曾听说过用舌尖来感觉咸味，用舌头里面的部分来感觉苦味，但是现在这种说法已被否定。味觉是由位于舌头表面的味蕾来感知的。

味蕾就像一个口袋，在它里面装有感知味道的细胞。当盐和糖等味道成分与唾液混合在口中扩散后，味蕾会受到不同味物质的刺激，将信息由味神经传送给脑，便产生味觉。

因为味蕾是一个小的装置，所以它无法感知分子大的东西(图7.6)。虽然米饭、面包是糖类物质，但是因为其中的糖类物质——淀粉的分子较大，所以就那样将它们放到嘴里并不会觉得它们很甜。不过当咀嚼时间较长时，唾液中的唾液淀粉酶会将淀粉分解成小分子糖类物质，这样就能够感觉到米饭和面包的甜味。



图7.6 味蕾的结构



味蕾在舌头的哪个位置？



在舌头表面密集分布着许多小的突起，这些小突起形同乳头，医学上称为"舌乳头"。在舌乳头上面存在着很多味蕾。不过，不只是在舌头上，在口和咽喉的黏膜上也有味蕾。

Check！

- 味蕾分布在舌头表面的舌乳头、口腔内部黏膜、咽喉黏膜上。
- 当食物很冷时，味觉会变得很迟钝，因此冷的美味甜点的味道会变得更浓。

第8章 运动器官

肌肉会运动 要多亏 ATP

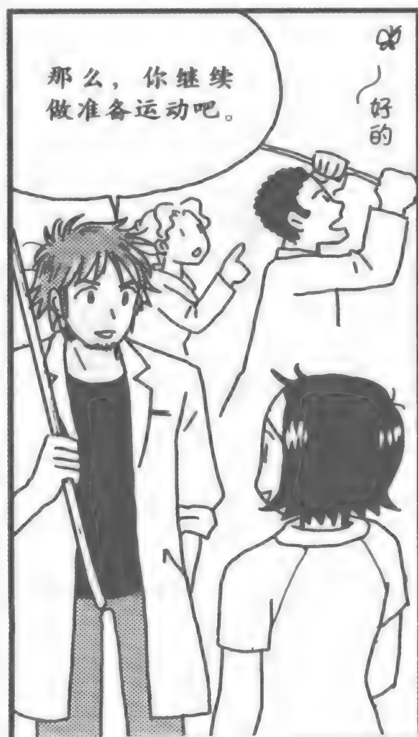
1. 肌肉收缩与能量




呀，早上好。
唐田同学才是在努力哟！


你在为练习做准备运动吧？
恩，
我在伸展肌肉，为了提高肌肉的灵活性，以防受伤！


佩服佩服，
真不愧为田径选手！你对肌肉的相关知识熟悉吗？
呵呵，马马虎虎啦……
您能教我吗？
以防万一。

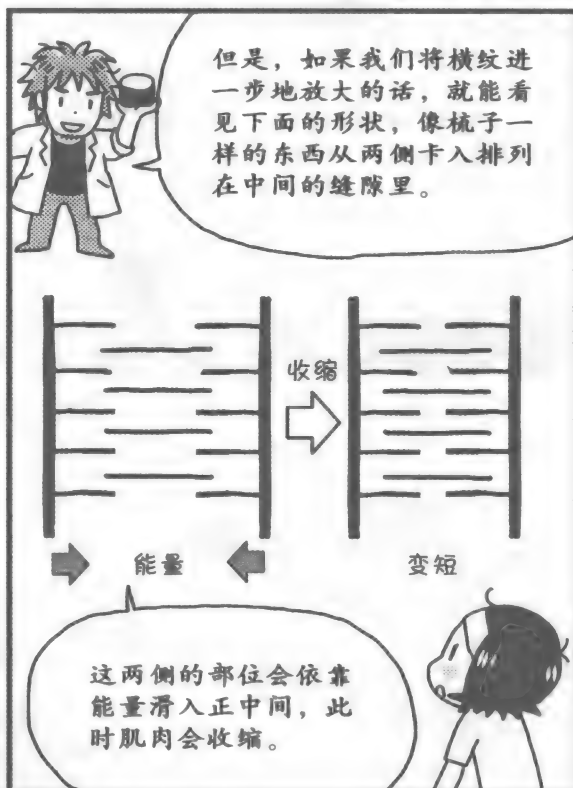

那么，你继续做准备运动吧。
好的


你知道肌肉是如何收缩的吗？
啊？
肌肉紧绷后大块地隆起发出嘎吱嘎吱的声音……









※ 在肌肉中除了骨骼肌外，还包括平滑肌和心肌。

骨骼肌	与手腕、脚等身体骨骼相连的肌肉，因为它能够有意识地运动，所以又将它叫做随意肌。
平滑肌	在心脏、血管等身体各部位都会运动的肌肉，因为它不能有意识地运动，所以又将它叫做不随意肌。
心肌	组成心脏的肌肉，它一直都在无意识地、有节奏地反复收缩扩张。



另外，你知道引起肌肉收缩的能量是如何获取的吗？

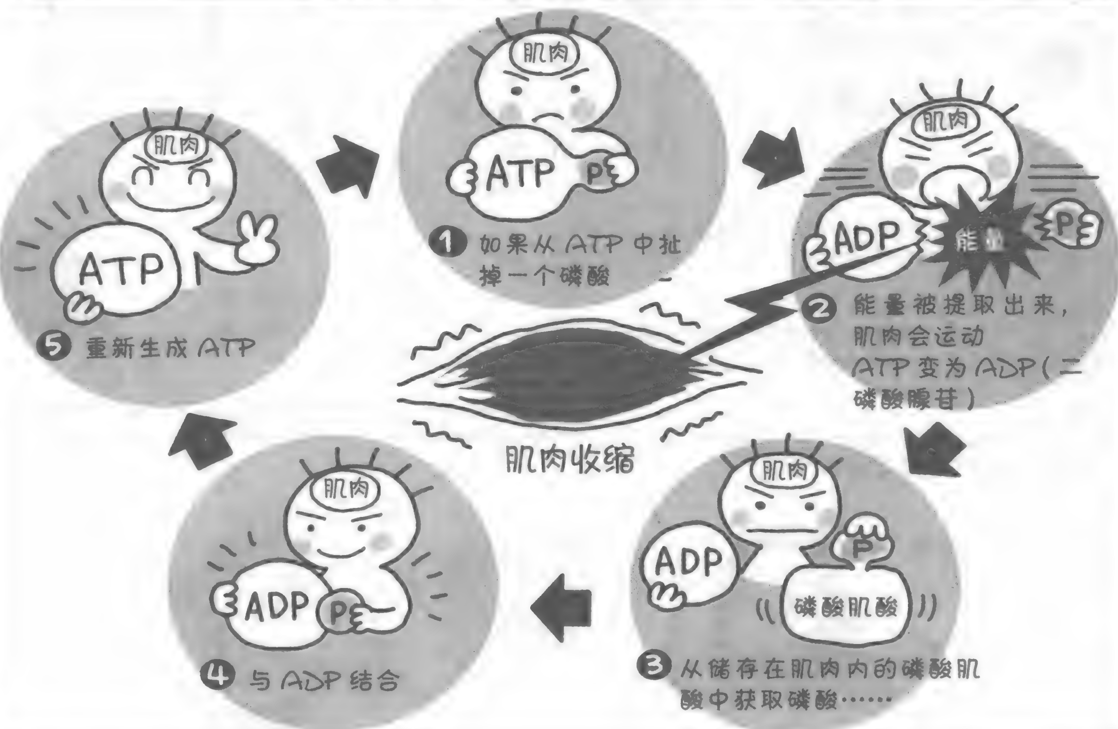
知道！

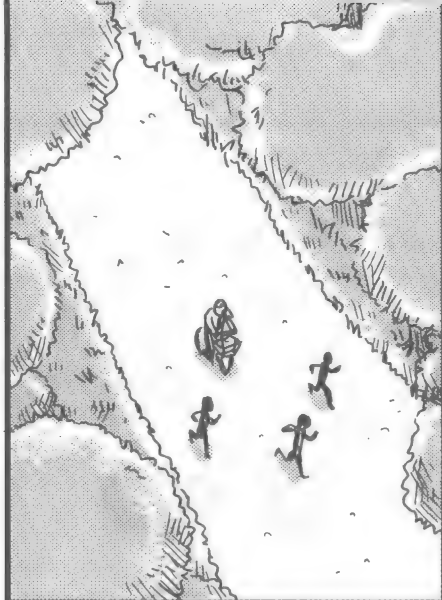
通过分解 ATP 就能够产生能量。

很好！也就是要通过糖酵解作用和柠檬酸循环（⇒第 3 章第 70 页）来获取能量。

通过糖酵解作用和柠檬酸循环所获得的能量就是 ATP（三磷酸腺苷）。

肌肉就是利用 ATP 能量来收缩的。





肌肉完全放开了，
今天精神还不错！

我一直在想，你在这种速度状态下还能说话吗？

他们好像已经跑不动了。
呼
呼
呼

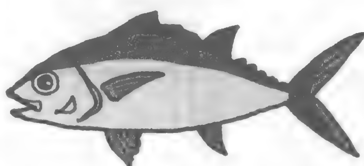
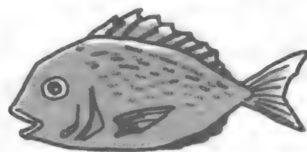
嗯，
如果方便的话，您可以继续讲课。

那么就让我来讲一下红肌纤维和白肌纤维吧。
啊，那个我知道。
拥有很好的耐力的是红肌纤维，拥有爆发力的是白肌纤维。



红肉中含有大量获取和存储氧的蛋白质——肌红蛋白※。因为肌红蛋白是红色的，所以肉也是红色的。

在讲解柠檬酸循环（⇒第 3 章第 71 页）时我曾说过多利用氧就能够多获取能量吧。

红肉	白肉
	
• 金枪鱼等回游鱼	• 加吉鱼等白肉鱼
• 肌红蛋白多	• 肌红蛋白少

※ 在肌细胞内能见到的一种含铁色素的蛋白质。



哈哈哈，在人的肌肉纤维中，既有肌红蛋白多的红肌纤维，也有肌红蛋白少的白肌纤维，它们共同存在于一块肌肉之中，

只是存在着个体差异。因人不同，它们在肌纤维中所占据的比例不一样。



2. 关节的结构


唐田同学，是不是跑得有点太快了？


再跑一会儿就要休息了，
我没问题。


摇摇晃晃……
我觉得姿势都变形了……


突然
摇摇晃晃
咔嚓
（止住）

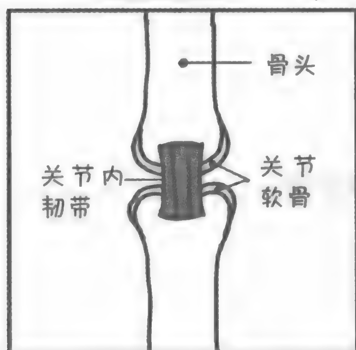

唐田同学，到那边的树荫处。
好痛
跑得，跑得……
有点太快了！

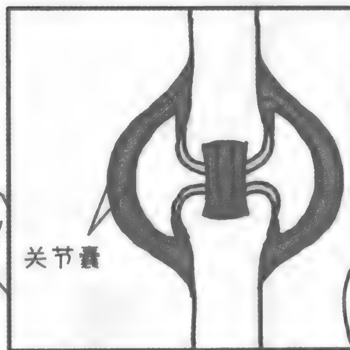

右膝盖痛吗？
如果关节痛，跑步姿势就会变形，会给身体各处带来负担哦，
让我来给你冷敷一下缓解疼痛吧。


多贴心的话啊……

关节由两块以上的骨头构成，在骨头与骨头的相接面上附有软骨，以减少骨头之间的摩擦。

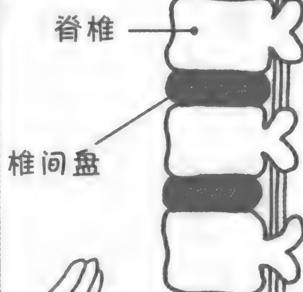
整个关节被关节囊所包围，在关节囊中含有具有润滑作用的滑液。





结果又变成了讲课！

在关节的外侧和内侧都附有韧带。有时在脊椎的椎间盘等部位还含有缓解外部冲击的组织。



正因为有缓解外部冲击的组织，所以在运动时需要费很大的力。

我感觉疼痛好像减轻点了。

如果不好好护理的话，后果很严重哦。

还是继续刚才的话题吧，不同部位的关节其运动方式不一样吧？

例如肩关节可以转动，膝关节只能弯曲和伸展。

旋转

确实如此。

这是由构成关节的骨头形状所决定的。

肩关节是由上端为半球形的肱骨与肩胛骨的关节盂组成，所以它能够做旋转运动。

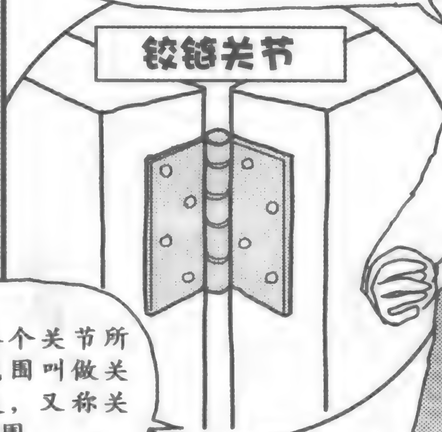
我们将这样的关节叫做球窝关节。



因为膝关节是像门的合页（由两片金属构成的铰链，大多装在门、窗、箱、柜上面）的形状，所以它不能转动，只能弯曲和伸展。

指关节也是如此哦。

我们将这样的关节叫做铰链关节。



我们将各个关节所活动的范围叫做关节活动度，又称关节活动范围。

原来如此，是直接按照其形状来命名的。

膝关节是铰链关节啊。


另外，让关节做“弯曲”、“伸展”运动的肌肉会以相对的方向在关节上运动。
嗨呀
关节


就像使肘部弯曲的肌肉会向手腕的前面移动，让肘部伸展的肌肉会向着手腕的后侧移动。
对抗肌
嗬
屈肌
我们将它们分别叫做屈肌、伸肌。
伸肌
我们将这样向相反方向运动的肌肉互称为对抗肌。


膝部也有屈肌和伸肌。
伸肌
接连用力
屈肌
回到原位。
轻快地
一组对抗肌。


嘿嘿
要好好地先冷敷一下哟。
好痛！
而且明天不要跑步！


我知道啦！


对了，明天不是您正式开始公开讲课吗！
压力
吭
吭
我很期待哦！


哈哈，您不要紧吧。
摇摇晃晃……


好痛


啊，要禁止练习啊……

follow up 补充说明



骨骼肌有一个重要的功能就是产生热量。如果运动，身体就会发热，这是因为骨骼肌收缩时会产生热量。在冷的时候，身体之所以会颤抖是为了让肌肉收缩产生热量。在此让我们来看看与体温的产生和发散相关的知识。

可以说人是依靠从氧气和食物中获取能量而生存着。食物的能量在体内燃烧后会产生热量，然后人会将热量不断地散发到体外。无论是在睡觉时，还是坐在桌子旁学习时，都会产生热量并发散热量。但是在进行跑步等运动时产生、发散的热量会增加。

人在不断地产生热、发散热



睡觉时



坐着时



运动时

发散的热量：睡觉时<坐着时<运动时

3. 骨骼肌产生热量调节体温

在人体中，骨骼肌产生的热量最多。但是会产生热量的不是只有骨骼肌，细胞活动后也多多少少地会产生一些热量。心脏和消化管运动、脑和肝脏运动也能够产生热量。饭后身体会变得暖和不只是因为吃了温热的食物，消化管会运动也是原因之一。因为人是恒温动物，所以如果体温过低人是无法生存的。由骨骼肌等组织产生的热量会通过血液被输送到全身，这样人的体温才能得以维持。

在冷的时候身体之所以会打颤是为了让肌肉收缩产生热量





热量过高也是不行的吧。散热是指“出汗”吗？



没错。体温必须要保持在 36～37℃。因为在体内经常会产生热量，所以要将这些热量一点点地发散掉，使体温保持在一定范围。

散热（发散热量）的方式包括皮肤自然散热、呼气散热、出汗散热。做激烈运动后会产生更多的热量，此时会通过大量的出汗使身体冷却。

在天热时身体会发红是因为皮下血管扩张，那样是为了增加皮肤的散热量。另外，出汗所产生的汽化热也会起到冷却身体的作用。要出汗，体内必须具备充分的水分，因为大量出汗后体内的水分会丧失相当一部分，所以天热时必须要摄取充足的水分。

降低体温的方法



使皮下血管扩张，增加皮肤的散热量。



通过呼气散热。



当汗水蒸发时会带走汽化热，从而使身体冷却。



你知道体温计的刻度通常只到 42℃的原因吗？



噢，那还有明确的原因吗？

如果体温超过 42℃，身体中的蛋白质的性质就会开始发生变化，这样就不能维持生命，所以其刻度不必超过 42℃。现在不仅使用水银体温计，很多时候也使用电子体温计。在使用电子体温计时，如果温度在 42℃以上会出现“H℃”这一错误提示。

Check！

- 调节体温的命令由下丘脑的体温中枢发出。
- 颈部、腋窝部、腹股沟的粗动脉（颈动脉、腋动脉、腘动脉）都位于体表附近。因此，如果在天气冷时使这些部位保温，在天气热时让这些部位敞开或使它们降温，就能够起到维持体温的效果。

4. 骨头的作用和骨代谢



在人体中大约有 200 块骨头，它们的主要作用是支撑人体。如果没有骨头，人体就会变成扁扁的，并且还不能运动。但是骨头的作用并非只有这些，它还是钙的储存库，另外还要在骨髓中制造血球。

骨头必须要强健，并且最好尽可能得轻。因此像大腿骨那样的长骨，正中间就像管子一样是中空的，并且在长骨的两端和脊椎骨中有一些像海绵网眼一样的结构（海绵硬蛋白）（图 8.1）。因为钙质附在骨胶原这种蛋白质的骨架上，所以骨头并不会硬得嘎巴作响，同时还具有柔韧性，因此它才能抵抗外力冲击。

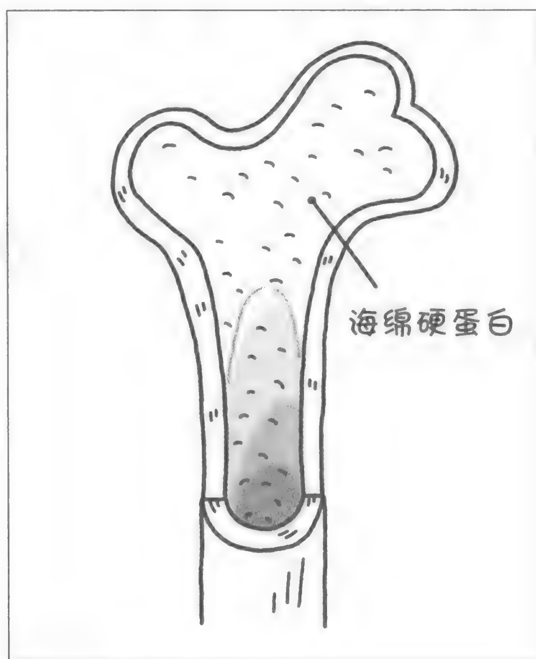


图 8.1　骨头的基本结构



旧的骨头经常会被新的骨头替换吗？



没错。我们很容易认为如果成年后不长个子，骨头就不会发生变化，其实不是那样。骨头平时会一点一点地被溶解（骨吸收，即破骨细胞对旧骨的破骨作用），并在那里形成新的骨头（成骨作用）。这样用两年左右的时间，全身的骨头就会被替换。

在骨头中含有破骨细胞和成骨细胞。破骨细胞会不断地将骨组织溶解破坏掉。成骨细胞移行至骨头被吸收部位，分泌骨基质，骨基质矿化而重新形成新骨。我们将骨头的再生过程叫做骨代谢。只有保持破骨与成骨过程的平衡，才能维持骨骼的强度（图8.2）。另外，破骨细胞并非只是一个破坏者，它还有一个作用，就是通过溶解骨头提取钙质，使血钙浓度保持在一定水平。



图 8.2 破骨细胞和成骨细胞的作用

Check！

- 人体中 99% 的钙都存储在骨头中。
- 因为骨代谢与雌激素关系密切，所以女性在闭经后如果雌激素分泌减少，骨头就会变得脆弱，从而容易患骨质疏松症。

Column 骨与骨髓

人的骨头大致可以被分为两种，即像骨盆和胸骨那样的扁平骨和像位于四肢部位那样的细长骨。在骨头中含有骨髓，骨髓是制造红细胞、白细胞、血小板这些细胞的场所。一般在扁平骨的骨髓中制造血球，很少在细长骨的骨髓中制造血球。像这样，根据骨头形状的不同，骨髓的功能也会不同。

第9章 细胞和基因、生殖

基因是收集蛋白质信息的画卷

1. 细胞的基本结构和功能

轻轻地……

当啷




吃了一惊吧。


是啊……
是他第一次正式讲课啊。
或许他们听说是理少爷第一次讲课所以就来了吧。


又叫少爷？
恒常医科大学
招生说明会
新设运动健康科学系
8月3日
惊呆
还有著名运动家的脱口秀哟！
什么？运动家？


在那里的是摔跤选手佐藤!?


嘘！
安静……
~~~


那个是游泳选手水岛!!
~~~





在细胞结构中一般包括细胞核、细胞质、细胞膜等。

在细胞核的外面还有各种细胞器。

核糖体

高尔基体

线粒体

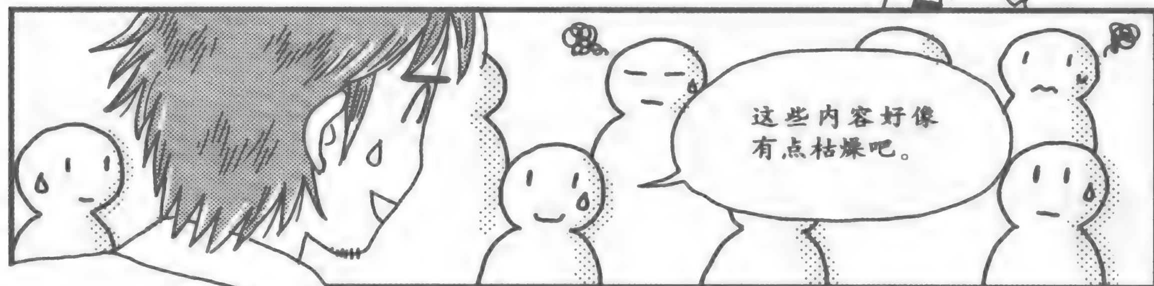
细胞核

细胞膜

细胞质

细胞膜是一个装着细胞成分的袋子，细胞质是位于细胞内除去细胞核和细胞器之外的液体部分。

细胞核是遗传信息的存储库。



那么假如我们把一个细胞比喻成汽车工厂。

汽车工厂

在细胞核书库中保管着这个工厂能够制作出的全部车种的设计图。

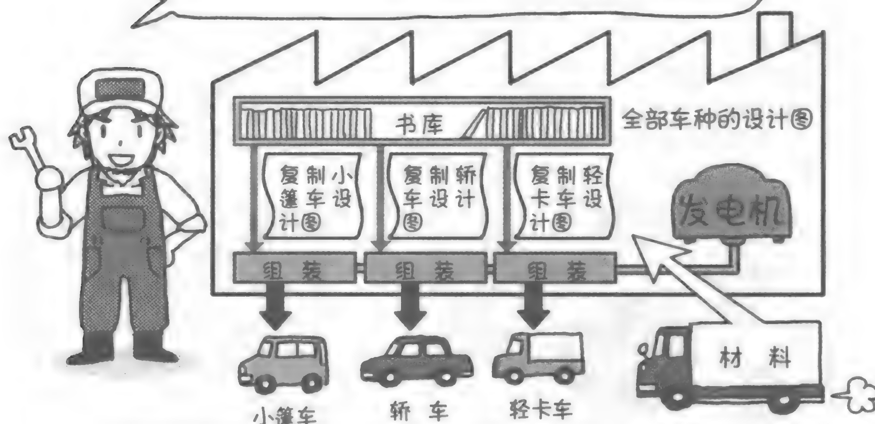
小篷车

轿车

轻卡车

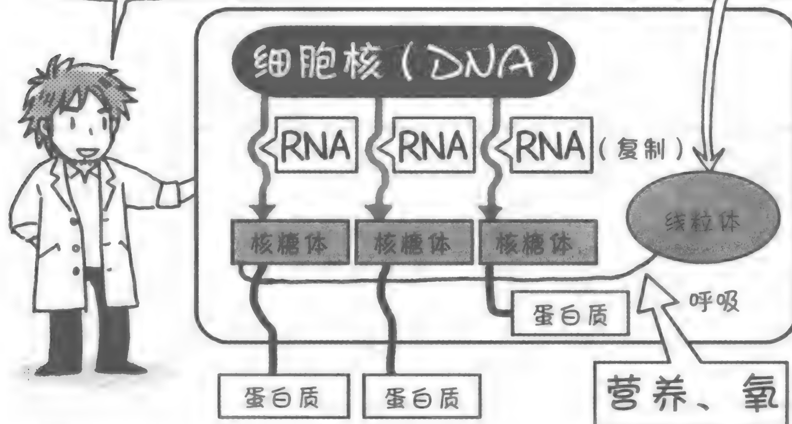
从放置设计图的书库中复制出需要车种的设计图，再按照这个设计图来组装车。

还是这样容易懂……！



复制位于细胞核中的DNA部分内容的是RNA，按照这个复制能合成蛋白质。

线粒体供应ATP（第3章第70页）作为能量。



每个人的细胞的基本结构都是一样的，今天来的佐藤选手、水岛选手与大家完全一样。







※ 也有像神经细胞那样，在出生后就几乎不再分裂增殖的细胞。





下面继续讲细胞的结构。

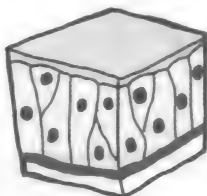
噗

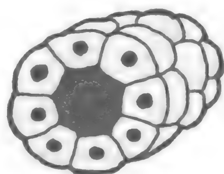
细胞的形状和功能根据组织和内脏器官的不同而有所不同，

我们将细胞的集合体叫做组织，全身的组织可以分为四大类。

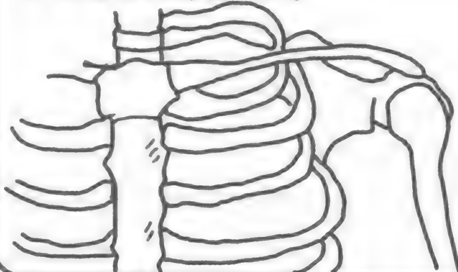
细胞

上皮组织
皮肤、消化器官、呼吸器官、泌尿器官、内分泌腺等。覆盖机体表面，分泌各种激素等。

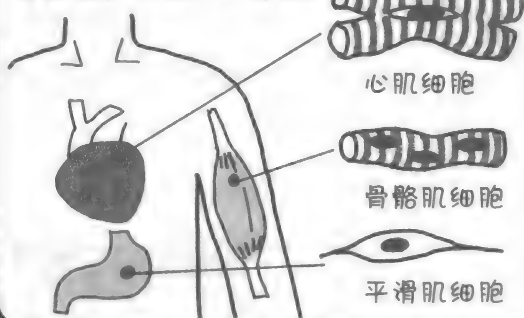




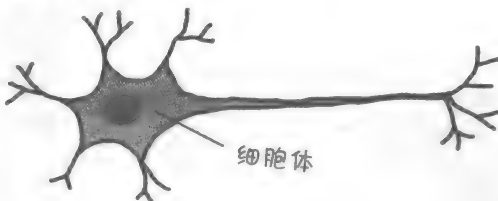
结缔组织
在组织间起支持作用的组织，包括支撑组织和身体的骨头、软骨以及填充组织之间缝隙的连接组织。



肌肉组织
骨骼肌、心肌、平滑肌。



神经组织
由神经细胞和神经胶质组成。神经胶质在神经组织中起着支持、保护和供给营养的作用。



细胞聚集在一起构成组织，然后组织结合在一起形成各个组织器官和内脏器官，

这些器官的集合体就是人体。



2. 基因和 DNA

我想大家经常听说DNA这个词吧。

DNA

人类设计图就被记载在这个位于细胞核中的DNA（脱氧核糖核酸）上。

DNA
DNA
DNA

说白了，这个设计图就是蛋白质设计图，

因为人的身体和身体活动都是由蛋白质承担的。

酶和抗体也都是蛋白质哦。

蛋白质由多肽构成，

不同的氨基酸按照不同顺序会组合成不同的多肽，根据多肽的不同组合方式，有的会形成酶，有的会形成抗体。

酶蛋白质
抗体蛋白质

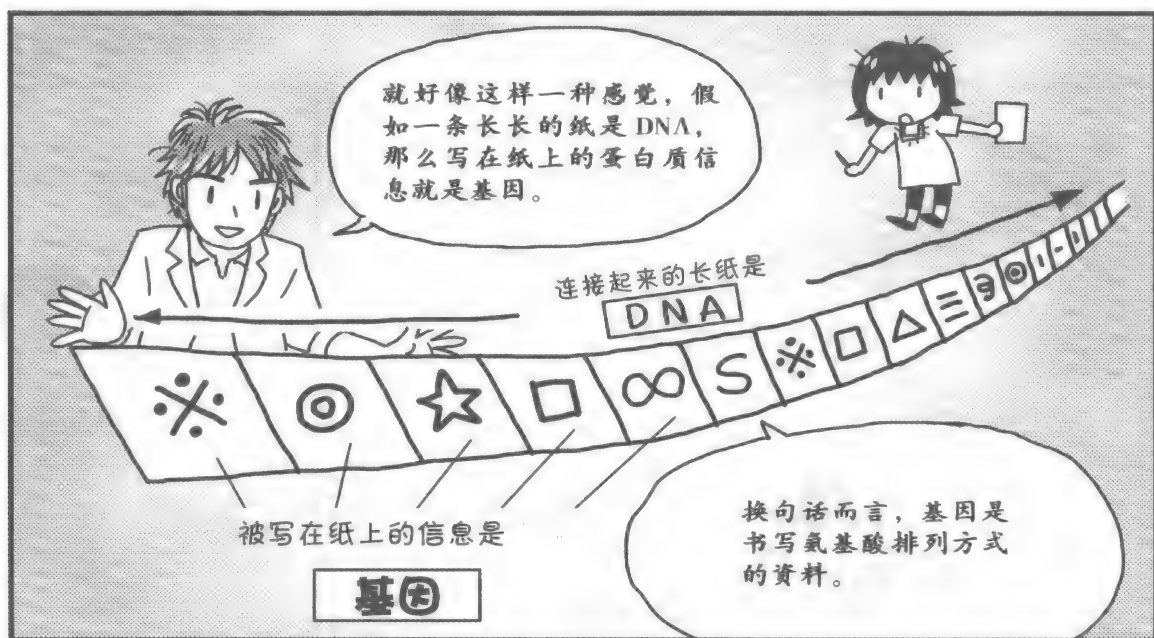
我有一个问题。


DNA和基因有什么不同？


这个问题我也想问……
哑口无言


客人变成了学生呀。
这个问题确实很难理解吧。


首先，DNA是物质的名称。
基因是一种信息。


就好像这样一种感觉，假如一条长长的纸是DNA，那么写在纸上的蛋白质信息就是基因。
连接起来的长纸是
DNA
被写在纸上的信息是
基因
换句话而言，基因是书写氨基酸排列方式的资料。


理先生的基因
与解生教授很
相似吧？
正所谓有其父
必有其子。


瞪
眼


拖
拉
不要说
些废话


喂，
理先生现在
才是教授。
解生教授现在是
解生师兄……


咦？
老师难道
是……？
师
兄
解生家的……？？


啊啊——
解生师兄
解生老师
现在知道了吗？
捏一把汗

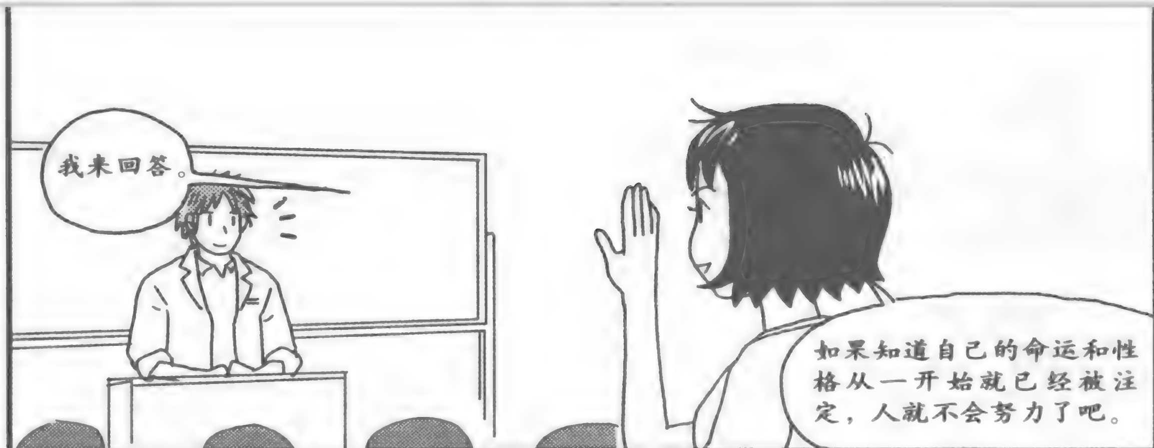

啊，刚才跑题了。
咯咯


基因是本学科一直都想研究下去的课题。


例如，从原来的奥运会代表选手身上所继承的DNA会存在着个体差异，
通过调查“爆发力”与“耐力”的关系，
得知如果按照基因信息中的训练方法来训练或补充营养，同样会变得很出色。


我一定会全力支持理先生！
无语


不过，难道你们不觉得只是依靠基因信息就决定所有能力是值得怀疑的吗？
到外面去。
对不起！


我来回答。
如果知道自己的命运和性格从一开始就已经被注定，人就不会努力了吧。


嗯，
这点也适合于平常的学习。


嗯？


我记忆力差或许是因为遗传基因的缘故吧……
因为记忆力差与母亲很相似！
是父母的缘故吧——


关于下学期将要开课的运动健康科学专业的公开讲座到此就结束了。
啪啪
啪啪


老师不愧是师兄的儿子啊……
或许是继承了教书教得好的基因吧……？
啪啪
啪啪

follow up 补充说明



遗传是指经由基因的传递，使后代获得亲代的特征。基因被保存在细胞核中，基因的传递与细胞分裂有很大关系。在此，让我们稍微接触一点有关细胞分裂的知识。

3. 细胞分裂

在人体细胞中，虽然也有像神经细胞那样从人出生时起就几乎不再增殖的细胞，但是大部分细胞都是在反复地进行新陈代谢，老的细胞死亡后就会产生新的细胞。新细胞是通过细胞分裂产生的。皮肤的细胞不断地发生变化，骨头在不知不觉中不断地被更新，都是因为细胞分裂。

让我们再次回忆一下细胞内部结构（第 177 页）。我说过，细胞核中的 DNA 是一条记载基因信息的长纸，不过通常从外部不能看清 DNA 的样子。在细胞分裂时，DNA 会变成染色体的形态，此时就能够看到它。

细胞分裂一开始，染色体的数量就会增加到原来的 2 倍，并且会被丝状物拉扯到细胞两侧※，细胞中间变细，最终形成 2 个细胞。

※ 因为被丝状物拉扯后染色体会移动，所以我们将这样的细胞分裂叫做有丝分裂。



噢，当细胞分裂时染色体会现形啊。



一般被丝状物缠绕着的 DNA 只有在细胞分裂时才会变成染色体的形态。一般人的染色体数量为 23 对 46 条。其中常染色体数量为 22 对 44 条，性染色体数量为 1 对 2 条。男性的性染色体是 XY，女性的性染色体是 XX。

在通常的细胞分裂过程中，DNA 会变成棒状染色体的形态，被复制变为原来的 2 倍。用“X”这个字母来描述染色体表明了中间变细的上下部分被复制成原来的 2 倍。接着这些染色体会排列在细胞中央，“X”这个字母被竖着分成两半并被拉扯到左右两边。这样细胞就被分割成 2 个，原细胞的复制品就产生了（图 9.1）。

核膜　DNA

染色体

1. DNA 变成 2 倍。

2. 核膜失去，染色体出现。

3. 染色体排列在细胞中央。

4. 染色体被丝状物拉扯到两侧。

5. 中央变细。

6. 2 个细胞形成。

图 9.1　**细胞分裂模式图**



你知道生殖细胞会做特殊的细胞分裂吗？



是关于卵子和精子的问题吧。

没错。在通常的细胞分裂中，会形成与原细胞拥有相同染色体数量 (DNA) 的细胞。而生殖细胞在细胞分裂时，染色体数目会减半 ※。

※ 我们将这种染色体数目会减半的分裂叫做减数分裂。

Check！

- 染色体数量根据生物种类的不同而不同。人的染色体数量为 46 条。
- 细胞周期是指细胞从第一次分裂结束产生新细胞到第二次分裂结束所经历的全过程，可分为“分裂期”与不分裂的“间期”两个阶段。
- 因为从母亲或父亲那里继承的染色体在减数分裂时会发生 DNA 交换，所以当把基因传递给孩子时，有一部分内容会与从父母那里接受的不同。
- 精子的性染色体为 X 或 Y，卵子的性染色体只有 X。如果带有 X 染色体的精子让卵子受精，就会生女孩，如果带有 Y 染色体的精子让卵子受精，就会生男孩。

4. 生　殖

像细菌和藻类那样的单细胞生物，会直接分裂成两个细胞产生新的个体，此时不经过两性生殖细胞结合，所产生的新个体与母体完全一样，我们将这种生殖方式叫做无性生殖。人这种具有代表性的多细胞生物的生殖与此不同，需要经过两性生殖细胞的结合，并且会生出与双亲有些不同的孩子，我们将这种生殖方式叫做有性生殖。我们可以将之前所接触到的各种细胞大致地分成两类：生殖细胞和非生殖细胞。虽然生殖细胞的数量极其少，但是如果没有这类细胞，我们就不会存在在这个世界上。这一类伟大的细胞就是精子和卵子。

精子和卵子的结合体为受精卵。受精的舞台是女性的输卵管。在男性精巢中产生的精子经射精进入到女性阴道后，会从阴道向卵子所在的输卵管伞端移动。在此过程中精子会经历一番激烈的竞争。

另外，卵子在卵巢中成熟后在激素作用下被排到输卵管中，并在那里等候与精子相会。



在卵巢中形成的卵子是如何进入到输卵管中的？



我来简单地讲解一下卵巢的结构吧。

在卵巢中有卵细胞。随着卵细胞的成熟，在其周围会围绕着很多细胞，我们将这个卵细胞集团叫做卵泡。成熟后的卵细胞会很快破裂，并把其中的卵子向着输卵管方向推出，我们将这一过程叫做排卵。被推出的卵子会被邀请到输卵管头部形状像手一样的部位——“输卵管伞端”，这样卵子进入输卵管中，在那里等待与精子相会（图 9.2）。排卵后的卵泡会改变形态变成黄体（见第 10 章第 209 页）。

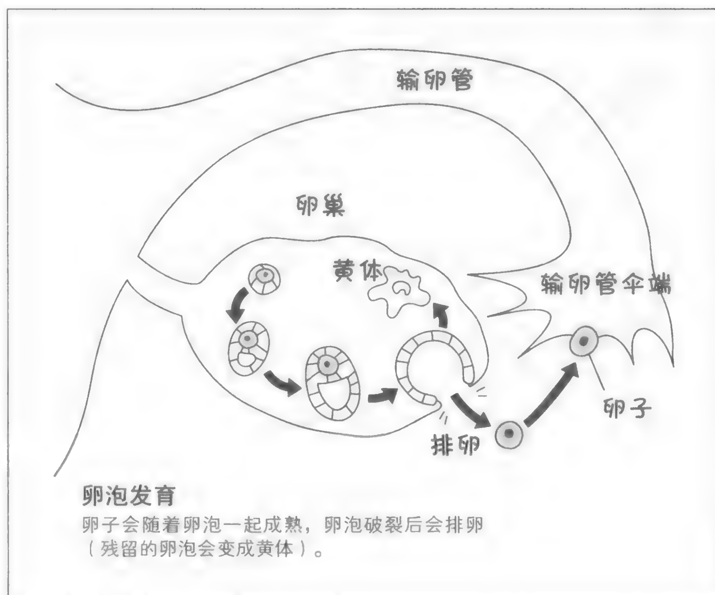


图 9.2 卵巢和排卵过程



能和卵子结合的精子只有一个吧！这些精子的竞争率是多少啊？



据说 1 次能射出的精子数量是几千万个到几亿个。

精子在竞争途中有的会力尽衰竭，有的会迷路，从而不断地脱离队伍。据说能够进入输卵管中的精子只有几万个，而能够进一步到达卵子旁边的精子只有 100 个左右。可以说最终能够与卵子结合，让卵子受精的仅有的 1 个精子确实是强者。

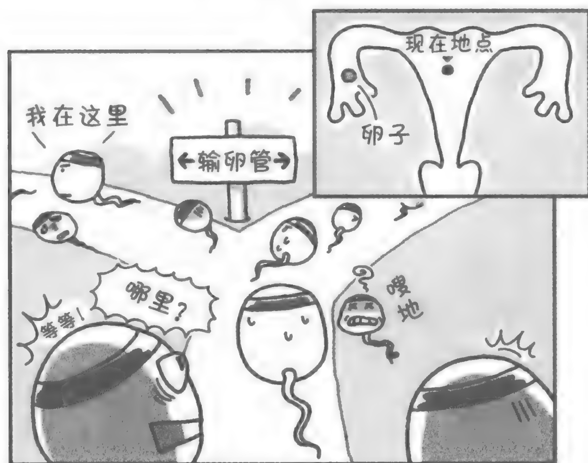
4节漫画　较量生死的受精比赛



① 许多精子一起出发。



② 精子在子宫内奔跑。有的会在途中转悠，有的会在途中死亡。



③ 在输卵管入口确定要向左走还是向右走后进一步向前冲的精子。



④ 在卵子所在的输卵管中，只有极少数的精子能够接近卵子。

受精卵会反复地进行细胞分裂，向子宫内移动。不过，受精卵本身不会游泳，附在输卵管内侧的纤毛会将受精卵送到子宫内。进入子宫后的受精卵会钻入子宫内膜中着床（图 9.3）。受精卵着床后才能成功怀孕（妊娠）。

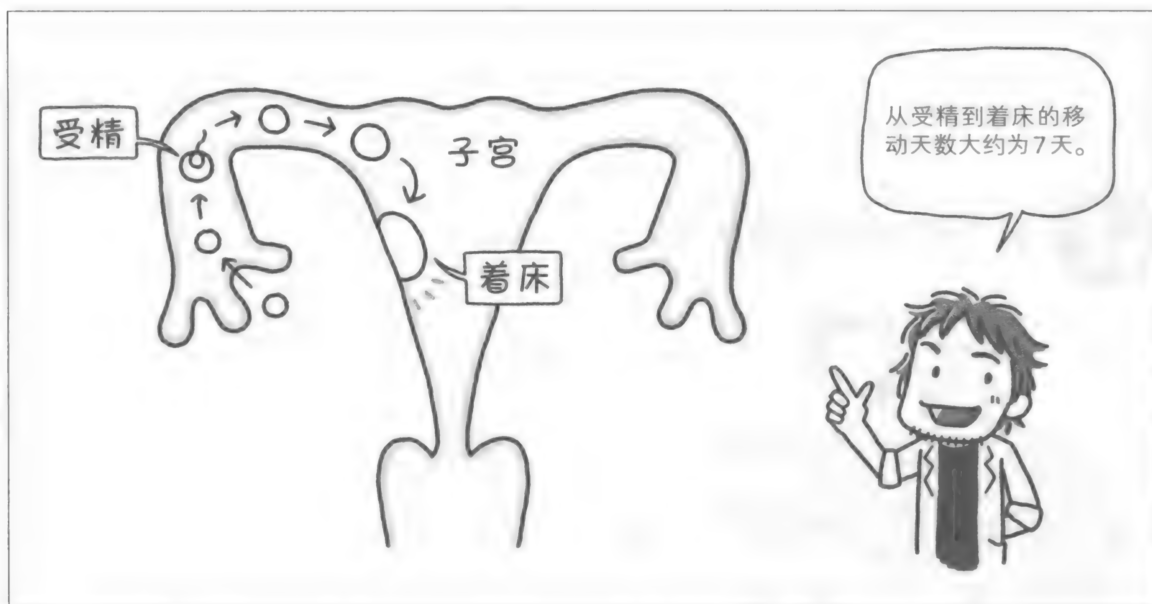


图 9.3 从受精到着床



受精卵在向子宫移动期间会不断地分裂吧。



没错。形成受精卵后它会马上开始分裂，待其在子宫内着床时就会开始进行细胞分化。

Check！

- 卵子的寿命是 0.5~1 天，精子的寿命是 2~3 天。
- 精子摆动尾巴游泳，在输卵管中与卵子相会让卵子受精。
- 从最后一次月经开始日起往后数 40 周，这一段时间为妊娠期，在年历上的实际时间为 9 个月零 7 天。

第10章 内分泌

通过血液
向全身慢慢扩展的传达网

1. 何谓内分泌







不，这两个都令我感觉不安啊……

尤其是对内分泌的相关内容不太有把握……

有关内分泌的内容，要记忆的东西很多，许多学生都学不好哟。

好吧！首先让我们来看一下内分泌的整体内容吧。

这是主要的内分泌器官，从这些内分泌器官中会分泌出将调节身体功能的指令传递给细胞的物质和激素。

关于它们各自的详细功能我将随后说明。

人的主要内分泌器官

脑垂体

脑垂体是位于下丘脑的小手指般大的器官，可以将它分为前叶和后叶两部分。它与下丘脑相连，会分泌出几种激素。

甲状腺

甲状腺是位于喉头到气管上部的左右两侧、形似蝴蝶的器官。它会分泌出甲状腺激素。

肾上腺

肾上腺是位于左右肾脏上方近乎三角形的内分泌腺，可分为肾上腺皮质和肾上腺髓质两部分。其周围部分是皮质，内部是髓质。

胰　脏

胰脏除了具有分泌消化液（胰液）的功能外，其内的胰岛细胞还能分泌出胰岛素。

卵巢（女性）

卵巢除了会产生卵子以外，还会分泌出卵泡激素和黄体激素。

精巢（男性）

精巢除了产生精子外还会分泌出雄性激素。

这些基础知识都了解了吗？

嗯！


下面是关于它们的功能。
内分泌系统负责自我意识所不能控制的工作，
像使身体状态适应环境，使各种功能正常发挥。

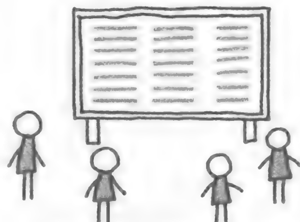


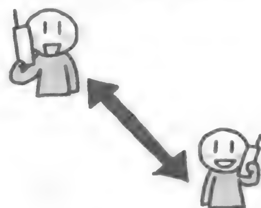

这与自律神经有些相似哦。
它们的不同之处在于自律神经是由神经发出指示，内分泌系统是由激素指示。


传递指令的速度也不同吧？
激素由内分泌腺分泌出来后会进入血液中，并通过血液被输送到各处。


啊！原来是这样……
自律神经和内分泌系统的访问方式不一样啊。


嗯。
因为内分泌系统指示慢，所以它负责日常的调节工作。而自律神经能够应对瞬间发生的变化。


打个比方来说，车站的指示牌就好比内分泌系统。
内分泌系统
虽然能把信息传递到各处，但是速度慢。


事情紧急时的电话联络就好比自律神经。
自律神经
虽然只能一对一地传递信息，但是速度快。

不过，激素只作用于特定的内脏器官和组织器官吧？

嗯

咦……这是为什么呢？

嗯，虽然知道它只作用于特定的内脏器官和组织器官，但却不清楚原因，很遗憾啊。

激素只作用于特定的内脏器官和组织器官，即“目标器官（靶器官）”。

之所以如此是因为在内脏器官和组织器官中有激素会作用的钥匙孔一样的东西。

只要激素钥匙与器官上的钥匙孔吻合，激素就会作用于该器官。如果激素钥匙不能与器官上的钥匙孔吻合，激素就不会作用于该器官。

血管

目标器官

钥匙吻合！

命令

钥匙吻合！

命令

目标器官

原来是这样啊。

虽然会将命令传递给所有细胞，但是能理解命令意思的细胞却有限。

另外，如果以在血液中的浓度来计算激素分泌量的话，它相当于是每毫升几纳克※，数量很少。

就那么一点儿也能产生作用啊。

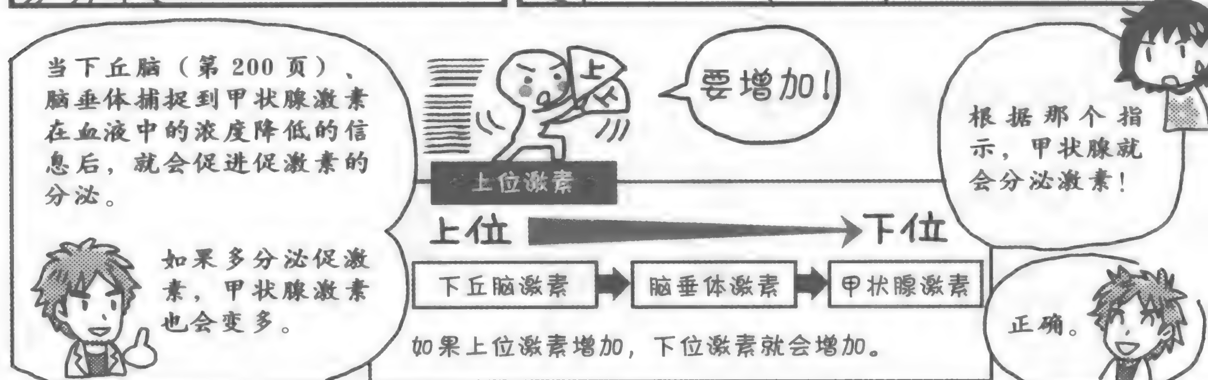
有“激素分泌失衡”这一说，如果微量的激素也会产生作用的话，那么哪怕只是减少一点……

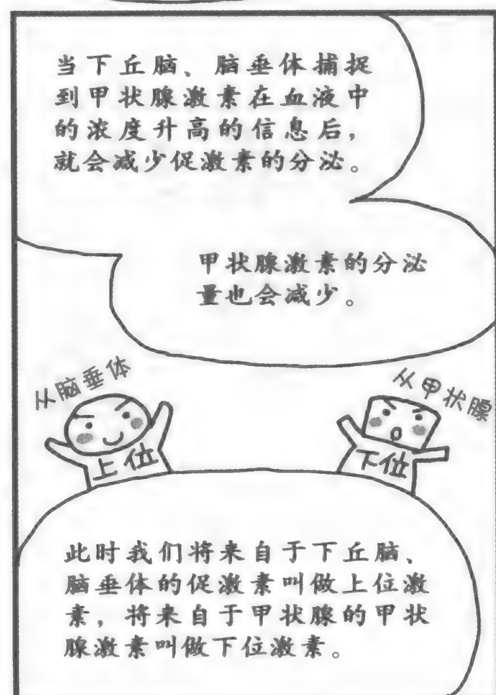
嗯，有时就会引起月经不调和更年期障碍。

※1纳克为1毫克的百万分之一。


关于内分泌的内容还有很重要的一点，
那就是负反馈调节！


我知道！我知道！
如果某种激素在血液中的浓度增加，那么这种激素的分泌就会减少，就是这样一种机制！
也就是调节激素分泌吧。
有那么一点意思。
让我们以甲状腺激素为例来看一看吧。


当下丘脑（第200页）、脑垂体捕捉到甲状腺激素在血液中的浓度降低的信息后，就会促进促激素的分泌。
如果多分泌促激素，甲状腺激素也会变多。
上
要增加！
上位激素
上位
下位
下丘脑激素
脑垂体激素
甲状腺激素
如果上位激素增加，下位激素就会增加。
根据那个指示，甲状腺就会分泌激素！
正确。


当下丘脑、脑垂体捕捉到甲状腺激素在血液中的浓度升高的信息后，就会减少促激素的分泌。
甲状腺激素的分泌量也会减少。
从脑垂体
从甲状腺
上位
下位
此时我们将来自于下丘脑、脑垂体的促激素叫做上位激素，将来自于甲状腺的甲状腺激素叫做下位激素。


负反馈是指下位激素向着负方向调节上位激素的分泌量。
要减少！
下
下位激素
上位
下位
下丘脑激素
脑垂体激素
甲状腺激素
负反馈
是“相反的”、“负的”意思啊。

这么说上位激素和下位激素有时会相互促进，有时会相互抑制吧。

促进

抑制

正是如此！

另外激素还有一个特征，那就是有时候具有相同作用的激素会有几种。

为什么参加活动呢？



如会提高血糖值的胰高血糖素、肾上腺素、糖皮质激素等（第 206 页）就是如此。

虽然它们的作用相似，但是提高血糖值的原理却不一样※。

※ 例如，肾上腺素与此时血液中的葡萄糖浓度无关，如果身体处于兴奋或紧张状态，就会分泌出肾上腺素。

虽然作用相同，但是目的和方式不同

死记硬背得到的及格分数与听老师讲课理解后所得的及格分数好像也不一样吧？

微笑

笑眯眯

!?

……

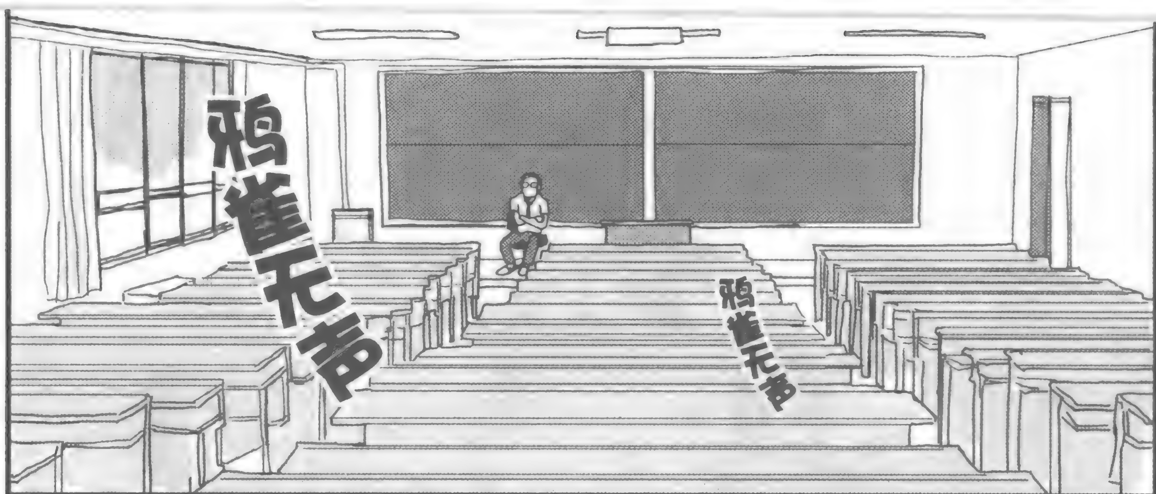
哎呀！！

猛地起来

不好！

已经这个点了！




鸦雀无声
鸦雀无声

嘭
嘭
老，老师！
请早点开始吧！
求您了！

你在干什么啊？那样一副装束。
这可是补考！你是在命令我吗？
不是，
我要参加今天的马拉松大会。

噢……
还有那么无聊的事情啊。
反正也赶不上开始的时间了……
不过我也很讨厌浪费时间。

那就开始吧，
趁着你一夜的记忆还没有淡忘。

……好的！
拜托
我又没有死记硬背！

渗透压
浓度高
浓度低
突然停住
哎哟，令我苦恼的内分泌来了。
■内分泌
噗……
昨天多亏解生老师，我已经克服了这一难关！
哎嗨！
考试时不要发出大的声音！
猛地回神
干吗呢！
糟糕！马拉松开始的时间已经过了吧。
嘀嘀嗒嗒
好吵……

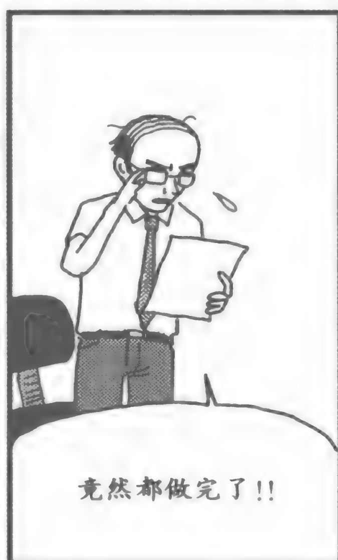

喔
喔、喔


喔
组子呢!?
为什么还没来啊!?
喔
似乎生理学补考还没有结束!
差劲!真令人讨厌!?


完，
完成了!!


给，老师。
嗒
判卷就拜托您了!!


这家伙!!
掉下来


竟然都做完了!!



follow up 补充说明

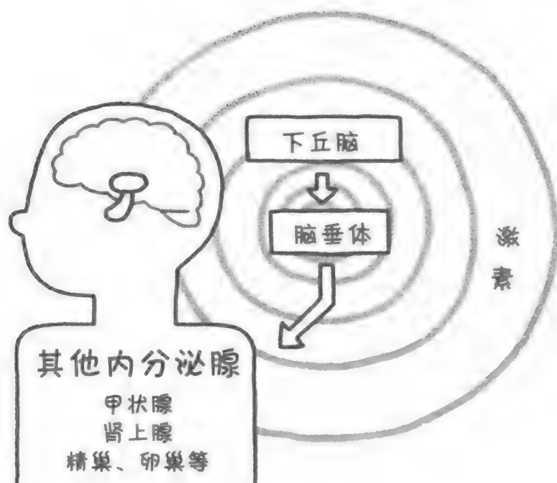


讲解了内分泌系统的大致功能后，我再来逐一讲解一下内分泌系统的各主要器官。在本章末我总结了一下各个内分泌器官所分泌出的激素的名称和作用，在读完本章后要确认一下哦。

2. 下丘脑和脑垂体

首先是下丘脑和脑垂体。这两者都可以被称为内分泌的司令部，尤其是脑垂体前叶是司令部的中心体。位于脑垂体上方的下丘脑虽然是自律神经的中枢，但是也会分泌激素，也与内分泌系统有关。由它们所分泌的激素有很多都会刺激和促进其他内分泌器官分泌激素，我们将这样的激素叫做上位激素。

下丘脑和脑垂体是内分泌系统的司令部



在此要记住由下丘脑和脑垂体分泌的激素都是会刺激其他内分泌器官的上位激素。

脑垂体前叶会释放出 6 种刺激和促进其他内分泌腺的激素。这些激素都是由更上位的下丘脑所产生的激素来调节的。

总之要记住，由脑垂体前叶分泌的激素中，以调节身体中许多主要内分泌腺的上位激素为主。

脑垂体后叶可以分泌出 2 种激素。其实并不是脑垂体后叶本身可以合成激素，这些激素是在下丘脑细胞中产生后被运到后叶的，然后被后叶释放到血液中。也就是说，后叶只是激素的释放口。

脑垂体后叶是释放激素的出口



※ 在脑垂体中还包括中叶，但是因为人的中叶不太发达，所以在本书中将其省略了。



请在本章末（见第 210 页）确认一下由脑垂体所分泌的 6 种激素和由下丘脑所分泌的 2 种激素。



好的。

Check！

- 在幼年期，如果生长激素分泌过多就会得巨人症，相反，如果生长激素分泌不足，就会患上侏儒症。成人后，如果生长激素分泌过多就会得肢端肥大症。
- FSH(促卵泡激素)、LH (促黄体生成激素) 都是促进性腺分泌的激素，我们将它们合称为促性腺激素 (gonadotropin) 。

3. 甲状腺、甲状旁腺



甲状腺是位于喉中的内分泌腺，主要能分泌出甲状腺激素（图 10.1）。甲状腺激素的分泌由上位激素促甲状腺激素（TSH，由脑垂体前叶分泌）调节。

甲状腺激素包括甲状腺素（thyroxine,T4）和三碘甲状腺原氨酸（triiodothyronine,T3），其特点就是在这些激素中都含有碘。因为甲状腺激素能够加快基础代谢，所以当它分泌过剩时，即使人处在安静状态下也会感觉像在跑一样，疲乏无力，同时还伴有心率加快、眼球突出、甲状腺肿大等症状。甲状腺功能亢进症（简称甲亢）中的格雷夫斯病（突眼性甲状腺肿）比较有名。相反，当甲状腺激素分泌量过少时，代谢功能就会减弱，变得没有精神，同时还出现体温下降、出汗减少等症状。

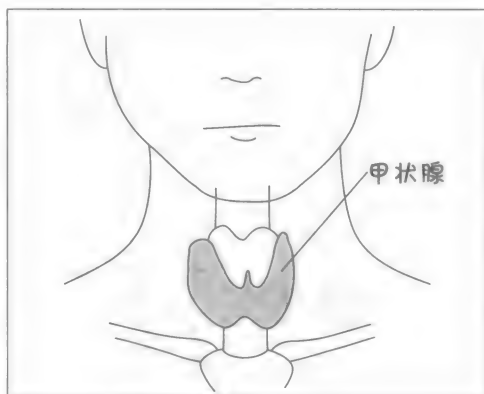


图 10.1 甲状腺的位置

当甲状腺功能出现异常时

甲状腺功能亢进的症状

眼球突出



心悸



呼吸不畅



出汗



甲状腺功能低下的症状



没有精神



体温下降



水肿

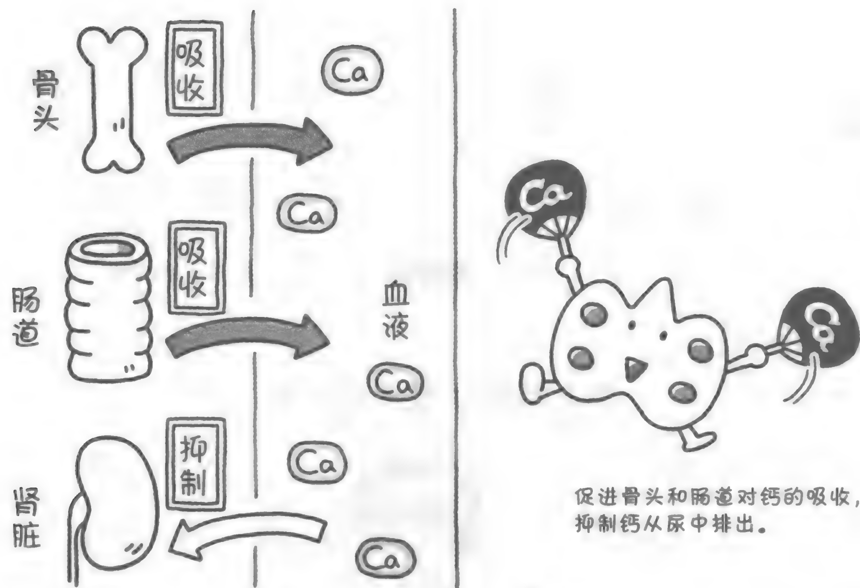


怕冷

在甲状腺上贴着 4 个小的内分泌腺，它们就是甲状旁腺（又名副甲状腺）※。甲状旁腺能分泌出使血钙浓度升高的激素。虽然它的名字叫做副甲状腺，但是它并不是甲状腺的辅助装置，而是会分泌出甲状旁腺素（PTH）这种激素的独立内分泌腺。

※ 甲状旁腺还被称作上皮小体。因为它像纽扣一样紧紧地贴在甲状腺上，所以给其命名为甲状旁腺。

甲状旁腺素会使血钙浓度升高





血钙浓度很重要吧。



没错！钙是肌肉收缩、神经传导、血液凝固等不可缺少的矿物质。如果血钙过少，肌肉就不能很好地运动，因此有的激素会防止血钙浓度过低。

Check！

- 因为甲状腺激素中含有碘，所以进入体内的碘主要被甲状腺吸取。
- 当甲状旁腺功能亢进时，骨头会被过度溶解，导致骨头变得脆弱。当血钙浓度变得过高时，尿中的钙量也会开始增加，因此容易患尿路结石。

4. 肾上腺（副肾）

肾上腺（副肾）在两侧肾脏的上方的位置突起。听名字感觉它好像是肾脏的辅助装置，可是它对于肾脏来说是独立的组织。肾上腺包括皮质和髓质，它们分别分泌不同的激素（图 10.2）。

首先来看一下皮质。从肾上腺皮质中可分泌出 3 种激素。因为它们都是以胆固醇为原料，所以称它们为类固醇激素（steroid hormone）。很容易被人视作不好物质的胆固醇也是人体必需的成分。

由肾上腺皮质所分泌出的激素为糖皮质激素、盐皮质激素、雄性激素这 3 种激素。因为糖皮质激素具有分解蛋白质和脂类使它们变为糖类并由此提高血糖值的作用，所以在其名字前加了个“糖”字。

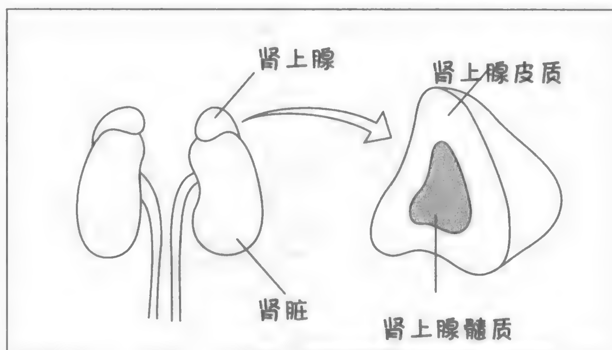
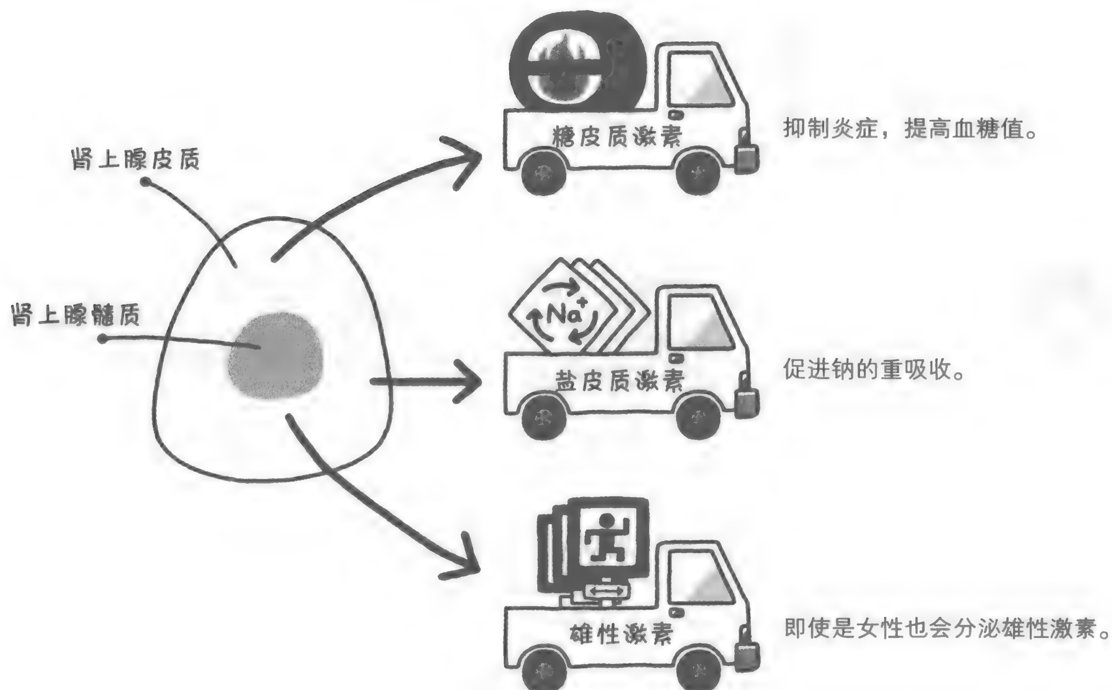


图 10.2 肾上腺皮质和肾上腺髓质



它还具有抗炎症作用和免疫抑制作用，被广泛地在医药品中使用。被称为“类固醇制剂”的药物就是糖皮质激素。

具有代表性的盐皮质激素是醛固酮（aldosterone）。醛固酮通过作用于肾脏的肾小管促进钠的重吸收，同时水也会被重吸收，所以体液量才能得以维持，尿量会减少（⇒第 4 章第 89 页）。肾上腺皮质中还会分泌雄性激素，所以即使是女性也能分泌雄性激素。



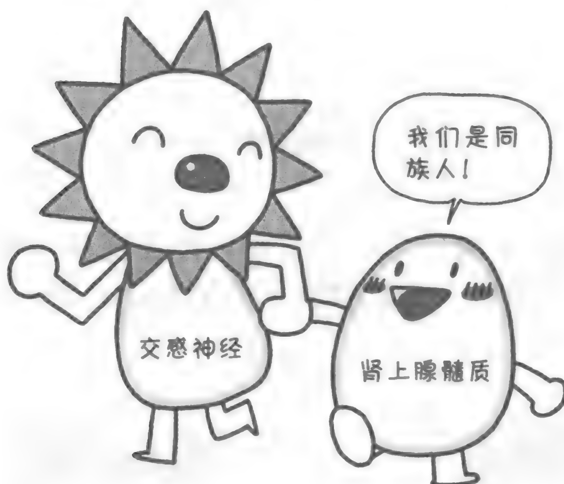
肾上腺皮质激素是由脑垂体前叶所分泌的促肾上腺皮质激素调节的吧。



没错。并且如果由肾上腺皮质所产生的糖皮质激素分泌量增加，就会因为负反馈（第 195 页）调节引起促肾上腺皮质激素的分泌量减少。

接着是髓质。从肾上腺髓质中能分泌出肾上腺素（adrenaline）。肾上腺髓质受到自律神经的交感神经刺激后，激素分泌量会增加。也就是说当兴奋或做激烈运动时，其激素分泌量就会增加。也可以认为肾上腺髓质就是交感神经的变形体。

肾上腺髓质是交感神经一族



Check！

> 肾上腺还会分泌雌性激素，因此即使是男性也能分泌出雌性激素，不过分泌量很少。

5. 胰　脏



胰脏是分泌消化液胰液的外分泌器官，但是它也具有能分泌激素的内分泌器官的功能。像小岛一样分布在胰脏中的胰岛就是胰脏的内分泌腺（图 10.3）。在胰岛中含有A细胞和B细胞，A细胞能分泌胰高血糖素（glucagon），B细胞能分泌胰岛素(insulin)。

提起胰脏中的激素，名字最响亮的就是胰岛素。如果血糖值上升，胰岛素的分泌量就会增加，它具有降低血糖值的功能。

具有提高血糖值作用的激素除了由胰脏所分泌的胰高血糖素外，还包括肾上腺素、生长激素、糖皮质激素、甲状腺激素等。多亏有胰岛素才能使血糖值保持在一定水平。

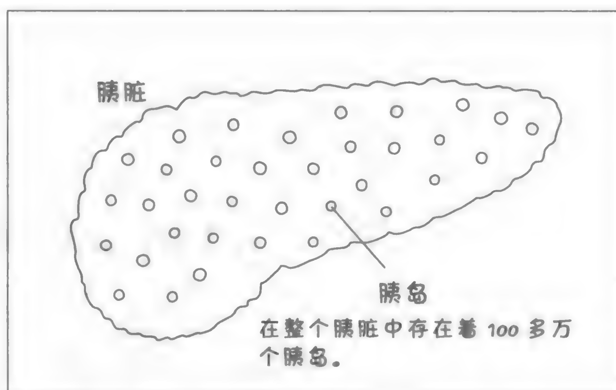
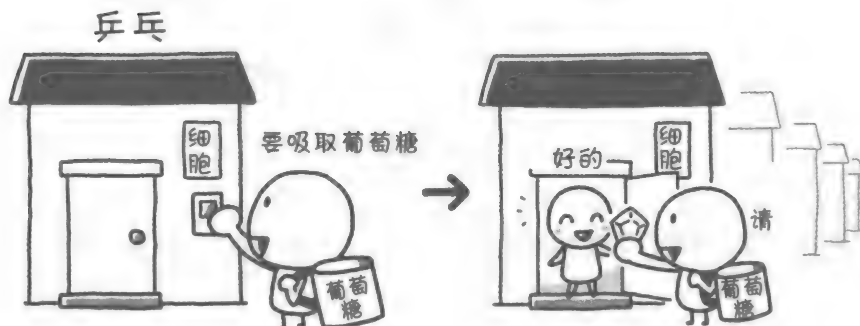


图 10.3 胰脏中的胰岛

在胰岛素的号召下，细胞会产生反应不断地吸取葡萄糖，于是血液中的葡萄糖就会减少。



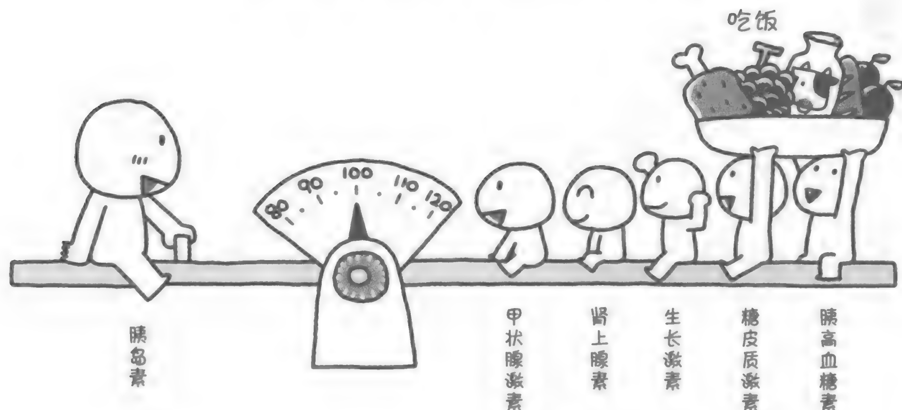


能降低血糖值的激素只有胰岛素吗？



能降低血糖值的激素只有胰岛素这一种激素，但是会提高血糖值的激素很多。

胰岛素独自在降低血糖值



当胰岛素分泌不足或胰岛功能不全时，就没有可以代替胰岛素的物质，血糖值就不能下降，从而导致高血糖，这就是糖尿病。当因糖尿病导致胰岛素分泌不足时，可以体外注射胰岛素。

胰岛中分泌的另一种激素胰高血糖素在血糖值降低时会被分泌出来，它具有分解储存在肝脏中的糖原，把葡萄糖释放到血液中的功能。

让肝脏中的糖原分解，葡萄糖被释放



Check！

糖尿病包括两种类型：与遗传因素和生活习惯无关的Ⅰ型和由不良生活习惯引起的Ⅱ型。

6. 性激素



最后是性激素，它包括雄性激素和雌性激素。雄性激素分为好几种，我们将它们统称为雄激素（androgen）。雄性激素主要由精巢分泌，肾上腺皮质也能分泌雄性激素。

雌性激素包括雌激素（卵泡激素）和孕激素（黄体激素）。它们都是由卵巢所分泌的激素，并且都由脑垂体所分泌的促性腺激素来调节。

雄性激素能使男性性器官发达，能促进蛋白质的合成制造出肌肉质的身体。雄性激素还会刺激并维持男性第二性征※。变声、胡须等体毛变多都是雄性激素的作用。

※ 第二性征：指男女两性在到达青春期时出现的一系列与性别有关的，在除性器官以外的身体各部位所呈现的特征。与此相对，第一性征是指男女一出生就在性器官上所呈现出的不同特征。



对女性而言，雌性激素会通过血液被输送到身体的各个部位，从而使女性呈现出不同于男性的第二性征。



没错。比如乳房变大、身体变得丰满圆润、月经初潮。

雄性激素会使男孩子变成男性





总之，雌性激素会使女性每月发生生理现象。



医学上不叫生理，要使用月经这个词。月经确实是在雌性激素的作用下发生的，但是雌性激素的真正作用是妊娠和生孩子，也就是生殖。

月经只不过是在没有妊娠时所发生的现象，所以女性激素是引发月经的激素这一说法是不太准确的。不过月经是在雌性激素的作用下发生的，是准备妊娠的证据（正常月经周期时）。

下面我来详细介绍一下有关雌激素和孕激素的知识。

由卵泡分泌出的雌激素会让卵泡中的卵子成熟到能够排卵的状态。同时，在排卵受精后，其会使子宫内膜增厚。也就是说，雌激素是为了使妊娠成立的激素。

在排卵后，卵泡会变成黄色，成为黄体。黄体会分泌出孕激素，让子宫内膜变得充实，使受精卵容易着床，维持妊娠。如果在此阶段妊娠不成立，无用的子宫内膜就会脱落。这就是月经。

雌激素和孕激素的作用



雌激素会促进卵子发育使其达到能够排卵的状态。



孕激素会认真地整理床铺，保护着床的受精卵。

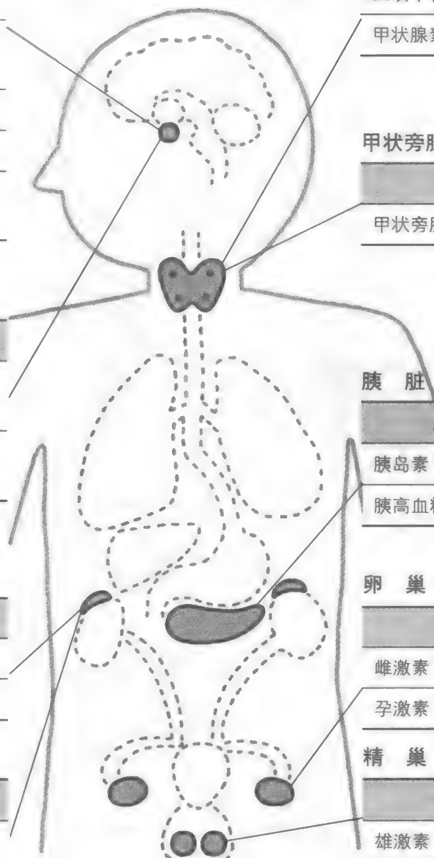
Check！

- 肾上腺皮质也能分泌出雄激素。
- 孕激素会使基础体温上升。因此，如果基础体温在月经周期的后半周期上升，就能够推测出是排卵了。

虽然我之前一直都在介绍由内分泌器官所分泌的激素的名称和作用，但是我想大家很难将它们都记住，所以我把希望大家记住的内分泌器官和激素总结了一下。大家多看几遍就会对它们有一个整体的印象。我还列出了许多在临床记录上经常用到的简称，大家最好将它们都记住。



主要内分泌器官和激素



脑垂体前叶激素

激素名称	主要作用
生长激素（GH）	促进骨骼生长
促甲状腺激素（TSH）	刺激甲状腺激素的合成
促肾上腺皮质激素（ACTH）	刺激肾上腺皮质激素的分泌
促卵泡生成素（FSH）	促进卵泡发育
促黄体生成素（LH）	使黄体形成
催乳素（prolactin，PRL）	促进乳汁分泌

脑垂体后叶激素

激素名称	主要作用
血管加压素（抗利尿激素）	促进肾脏中肾小管对水的重吸收
催产素（oxytocin）	使子宫收缩，促进排乳

肾上腺皮质

激素名称	主要作用
糖皮质激素	抑制炎症，提高血糖值
盐皮质激素	促进钠在肾脏中被重吸收

肾上腺髓质

激素名称	主要作用
肾上腺素	使血压上升，刺激心脏

甲状腺

激素名称	主要作用
三碘甲状腺原氨酸（T3）	促进代谢
甲状腺素（T4）	

甲状旁腺（副甲状腺）

激素名称	主要作用
甲状旁腺素 (PTH)	提高血钙浓度

胰　脏

激素名称	主要作用
胰岛素	降低血糖值
胰高血糖素	提高血糖值

卵　巢

激素名称	主要作用
雌激素	为妊娠做准备
孕激素	维持妊娠

精　巢

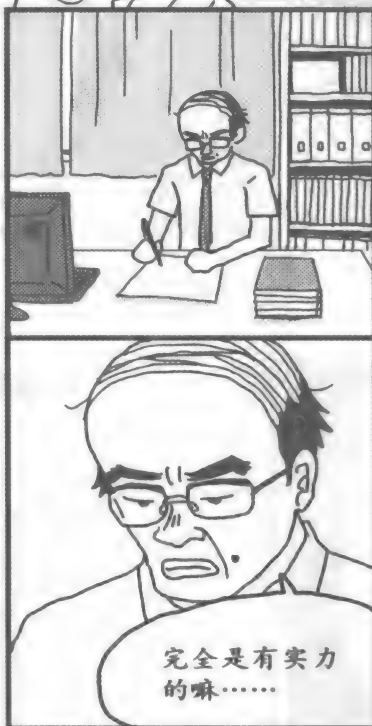
激素名称	主要作用
雄激素	维持男性特征

尾声　整个夏天的回忆


哒
组子!?

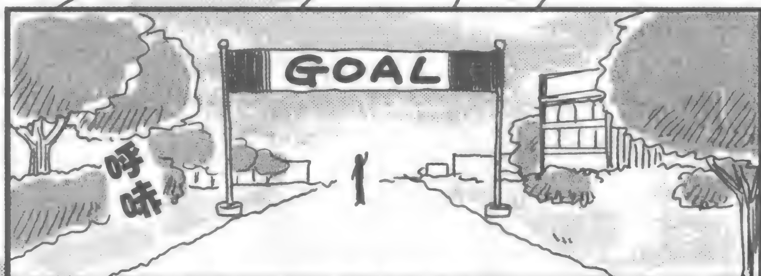

似乎离最前面的人也不太远。
呼哧
若是以这个速度就没问题了！能赢！


跳痛
哎哟
咔嚓一声


完全是有实力的嘛……


呼哧
又扭伤了
呼哧
呼哧
呼哧
跟跟跄跄
跳痛


考试复习和训练，我都那么努力……
好痛！！
呼哧
呼哧
好痛
呼哧
一定要到达终点!!!
呼哧

呼哧
呼哧

GOAL
呼哧

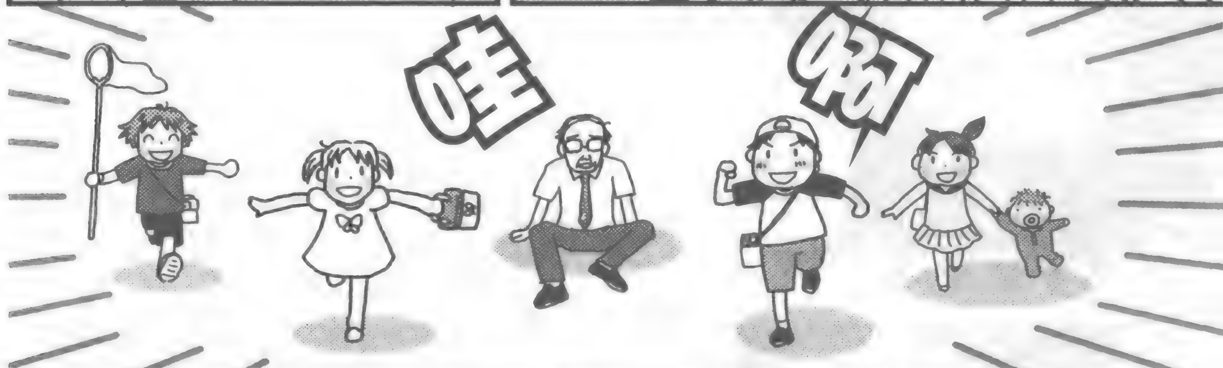
终点
嘭嗒一声

加油！
解生老师。

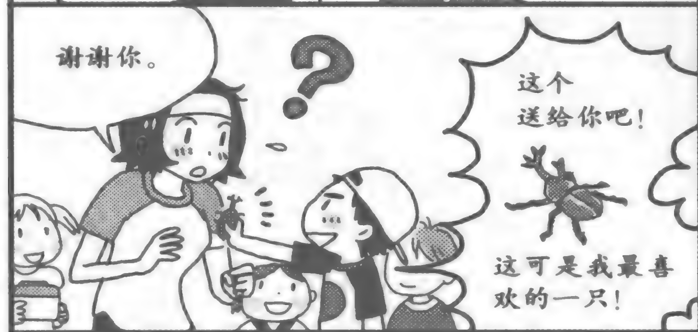
好几次我都想作罢算了……
但是，但是一想到老师……
很棒，你及格了。
如果从一开始就拿出你的实力，就没有必要补考了。


唔？
补考？


咚
呵，不!!
唉呀!!
不是解生老师!!!
那我算什么嘛……


哇
啊


姐姐，你好棒！
今天跑步的人当中，你最棒了！
很有毅力!!


谢谢你。
？
这个送给你吧！
这可是我最喜欢的一只！


我的也给你。
还有我的。
还有我的。
呵哈～（还有我的）～
哈哈，什么嘛
好了
好了
喂喂，招架不住了吧，


唐田同学很努力哟！
太了不起了！
我的孩子们好像都成了你的粉丝了！

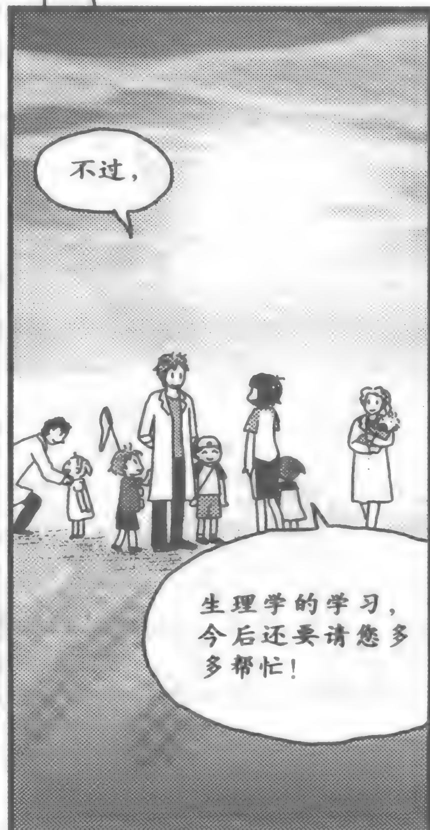

你的孩子……？
愣住
爸爸


你不加入运动健康科学系吗？


我认为你无论是作为选手还是作为领导都很有才能哦！！
我也希望你能进一步地了解生理学的有趣之处！


……

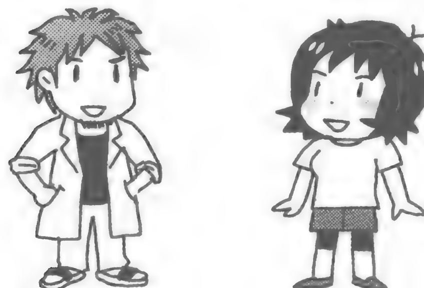

啊哈
我考虑一下吧。


不过，
生理学的学习，今后还要请您多多帮忙！

（结束）



- 田中越郎 著『イラストでまなぶ生理学　第2版』（医学書院）2009年
- 田中越郎 著『イラストでまなぶ人体のしくみとはたらき』（医学書院）2006年
- 武村政春 著　菊野郎 作画　オフィスsawa 制作『マンガでわかる生化学』（オーム社）2009年
- 武村政春 著　咲良 作画　ビーコム 制作『マンガでわかる分子生物学』（オーム社）2008年
- 田中越郎 著『好きになる生理学』（講談社）2006年
- 武村政春 著『たんぱく質入門　どう作られ、どうはたらくのか』（講談社）2011年
- 多田富雄 監修　荻原清文 著『好きになる免疫学』（講談社）2001年
- 當瀬規嗣 著『図解入門　よくわかる生理学の基本としくみ』（秀和システム）2006年
- 相川直樹ほか 監修『看護学学習辞典 第3版』（学習研究社）2008年
- 医療情報科学研究所 編『病気がみえる（vol.10）産科 第2版』（メディックメディア）2009年
- 小幡邦彦ほか 共著『新生理学 第4版』（文光堂）2003年



致想要提高水平的读者朋友

推荐图书

本书的读者对象主要是学习生理学的新人。由于学校都有指定的教科书，所以大家可以将本书作为理解生理学知识的辅导书，读完它之后再认真研读学校的教科书。

另外，如果要学习超出教科书范围或水平的更深奥、更广泛的生理学或基础医学知识，大家可以根据自身兴趣和需要阅读以下图书。笔者在写作本书时也参考了这些书的部分内容。

生理学领域 《★入门级　★★中级　★★★高级》

『好きになる生理学』★
田中越郎著、講談社、2003
生理学の入門書。本書よりレベルは少し高い。姉妹編「ミニ・ノート」もあります。

『シンプル生理学 改訂第 6 版』★★
貴邑富久子 / 根来英雄著、南江堂、2008
シンプルにまとめてあり、しかも医学生レベルの項目は網羅してあります。

『イラストでまなぶ生理学 第 2 版』★★
田中越郎著、医学書院、2009
デフォルメされたイラストで明快に解説してあり、しかもコメディカル学生レベルの項目は網羅してあります。

『図解生理学 第 2 版』★★
中野昭一編、医学書院、1981
図が豊富でわかりやすい。特に運動生理学の分野がくわしく説明してあります。

『病態生理学』★★
田中越郎著、医学書院、2011
看護学生向けに生理学から見た病気の成り立ちのしくみを解説したもの。

『生理学 第 18 版』★★★
真島英信著、文光堂、1986
昔から医学生が使用してきた古典的教科書。神経生理分野がくわしい。

『標準生理学 第 7 版』★★★
小澤瀞司 / 福田康一郎総編集、医学書院、2009
医学生が使用する標準的教科書。最もオーソドックス。

『ギャノング生理学 原書 23 版』★★★
キム・E. バレットほか著（岡田泰伸監訳）、丸善出版、2011

『ガイトン生理学』★★★
アーサー・C. ガイトン著（御手洗玄洋総監訳）、エルゼビア・ジャパン、2010

『オックスフォード生理学 原書 3 版』★★★
G. ポコック / クリストファー・D. リチャーズ著（岡野栄之 / 植村慶一監訳）、丸善出版、2009

『カラー基本生理学』★★★
ロバート・M. バーン / マシュー・N. レヴィ編（板東武彦 / 小山省三監訳）、西村書店、2003
世界中の医学生が使っている生理学の標準的教科書の翻訳書。いずれも甲乙つけがたいので、自分の好みでどれを選んでも結構です。

生理学之外的基础医学领域 《★入门级　★★中级》

生理学以外の基礎医学を、各分野につき1冊だけ（生化学は2冊）推薦しておきます。

◎生物学

『カラー図解アメリカ版大学生物学の教科書』（全3巻）★

D・サダヴァほか著（石崎泰樹 / 丸山敬訳）、講談社、2010

米国の大学の教養課程の生物学の講義を楽しめます。カラーの図がきれい。

◎解剖生理学

『イラストでまなぶ人体のしくみとはたらき』★★

田中越郎著、医学書院、2006

コ・メディカル学生向けの解剖生理学の教科書。イラストを多用しながら看護学生をモデルに楽しく解説してあります。

◎解剖学

『カラー図解人体の正常構造と機能』（全 10 巻）★★

坂井建雄ほか著、日本医事新報社、2008

全 10 巻、縮刷版あり。解剖図がとてもきれい。組織学の知識が少し必要です。

◎生化学

『生化学がわかる』★

田中越郎著、技術評論社、2011

有機化学の知識がない人でも理解可能な生化学入門書。

『好きになる生化学』★

田中越郎著、講談社、2011.12 予定

生化学の入門書。『生化学がわかる』よりもレベルを少し高くしてある。

◎分子生物学

『マンガでわかる分子生物学』★

武村政春著、咲良作画、ビーコム制作、オーム社、2008

マンガで図解した分子生物学の入門書。かなり高度なことを平易に解説してあり、高校生でも読めるくらいの内容にかみくだいてあります。

◎免疫学

『休み時間の免疫学』★★

齋藤紀先著、講談社、2004

免疫学の基本知識は網羅してある。1テーマ 10 分で読めます。

◎薬理学

『イラストでまなぶ薬理学』★★

田中越郎著、医学書院、2011

看護学生向けに臨床での薬の使われ方を解説したもの。

◎栄養学

『好きになる栄養学』★★

麻見直美 / 塚原典子著、講談社、2008

栄養素が体内でどう利用されるのかだけでなく、肥満やスポーツ栄養なども解説してあります。

◎統計学

『マンガでわかるナースの統計学』★

田久 浩志・小島 隆矢共著、こやまけいこ作画、ビーコム制作、オーム社、2006

おそらく最も平易な医療分野の統計学入門書。

◎プレゼンテーション法

『医療者のための伝わるプレゼンテーション』★

齊藤裕之 / 佐藤健一編、医学書院、2010

大勢の前で発表することになった時に役に立ちます。

后　记——写在本书制作时

生理学是一门什么样的学问呢？通过漫画中理与组子的对话就能够知道答案。在制作本书之时，我发现了一个命题，那就是“生理学并不是一门死记硬背的学问”。

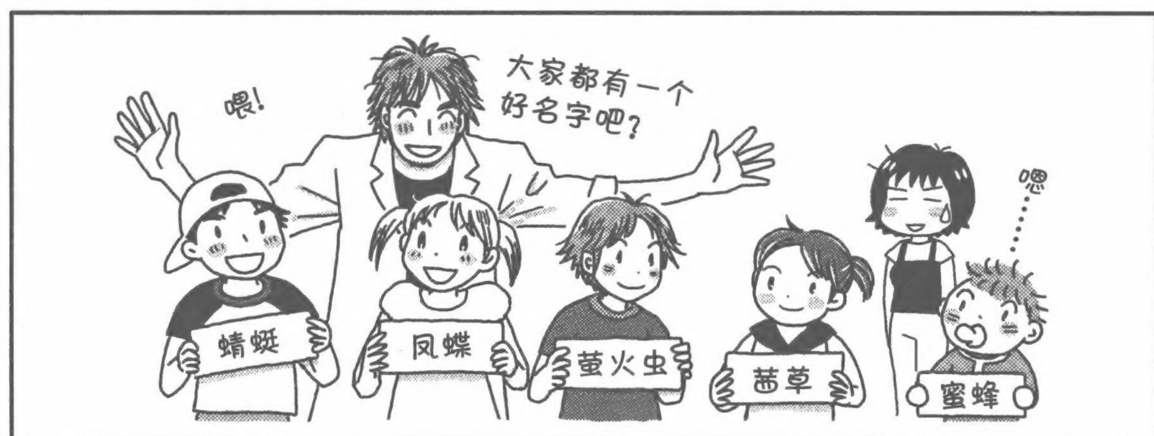
在理的指导下，组子认识到：在生理学中虽然有一些东西必须死记硬背，但是如果能够在头脑中对其有一个大致的印象，即它是按照什么流程发生的，那么就会觉得生理学很有趣。身体中的各个器官的结构都有其存在的原因，并且它们的活动都是按照一定的流程进行的，各个器官之间相互合作，共同支撑着我们的身体机能。在身体中循环的血液、氧、神经、激素、淋巴都不是在各个器官中独立发挥作用的，它们都是按照大的流程相互协同地分别发挥各种作用。我想大家读完本书后就能够明白这一点。

从一开始我就知道以漫画来收罗生理学这一门广阔的学问并非易事，所以我使用漫画和插图这种影像派的手法，以“生理学很有趣”、“要让讨厌生理学的人对此感兴趣”为主题，运用“流程图”的形式，期望大家能够对生理学有个大致的了解。同时，我省略掉了一些难以理解的图和解剖图，因此仅通过这本书是不可能在生理学考试中得满分的。如果大家在读过本书后能够对生理学产生兴趣，对大家向更高层次的学习过渡能起到一些帮助，我将感到无比的欣慰。

最后借此机会向本书的主编东京农业大学的田中越郎老师、在撰稿上给予我们帮助的医疗记者铃木泰子，还有欧姆社开发局的各位工作人员表示诚挚的谢意。

BECOM

2011 年 11 月


喂！
大家都有一个
好名字吧？
嗯……
蜻蜓
凤蝶
萤火虫
茜草
蜜蜂

经典图书 好评不断



漫画量子力学
定价：32.00元



漫画流体力学
定价：32.00元



漫画热力学
定价：32.00元



漫画半导体
定价：32.00元



漫画测量
定价：32.00元



漫画顺序控制
定价：32.00元



漫画相对论
定价：32.00元



漫画物理之力学
定价：29.80元



漫画微分方程
定价：32.00元



漫画微积分
定价：29.80元



漫画线性代数
定价：32.00元



漫画傅里叶解析
定价：32.00元

经典图书 好评不断



漫画电学原理
定价：32.00元



漫画电子电路
定价：32.00元



漫画电气电路
定价：32.00元



漫画统计学
定价：29.80元



漫画统计学之回归分析
定价：29.80元



漫画统计学之因子分析
定价：29.80元



漫画数据库
定价：32.00元



漫画密码
定价：29.80元



漫画生物化学
定价：32.00元



漫画分子生物学
定价：32.00元



漫画宇宙
定价：32.00元



漫画项目管理
定价：32.00元

（Q-2917.0101）
责任编辑：张丽娜　赵丽艳
责任制作：董立颖　魏　谨
封面制作：泊　远

用漫画这种形式讲数学、物理和统计学，十分有利于在广大青少年中普及科学知识。

周恩来、邓颖超秘书，周恩来邓颖超纪念馆顾问
中日友好协会理事，《数理天地》顾问，全国政协原副秘书长

用漫画和说故事的形式讲数学，使面貌冷峻的数学变得亲切、生动、有趣，使学习数学变得容易，这对于提高全民的数学水平无疑是功德无量的事。

《数理天地》杂志社　社长 总编
“希望杯”全国数学邀请赛组委会 命题委员会主任

用漫画的形式，讲解日常生活中的数学、物理知识，更能让大家感受到数学殿堂的奥妙与乐趣。

《光明日报》 原副总编辑
中华炎黄文化研究会 常务副会长

科学漫画是帮助学习文科的人们用形象思维的方式掌握自然科学的金钥匙。

中国人民大学外语学院日语专业 主任
大学日语教学研究会 会长

在日本留学的时候，我在电车上几乎每次都能看到很多年轻的白领看这套图书，经济实惠、图文并茂、浅显易懂，相信这套图书的中文版也一定会成为白领们的手中爱物。

大连理工大学 能源与动力学院 博士 副教授

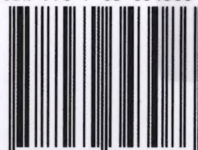
我非常希望能够在书店里看到这样的书：有人物形象、有卡通图、有故事情节，当然最重要的还有深厚的理工科底蕴。我想这样的书一定可以大大提升孩子们的学习兴趣，降低他们对于高深的理工科知识的恐惧感。

北京启明星培训学校 校长

书中的数学知识浅显实用，漫画故事的形式使知识贴近生活，概念更容易理解。

北京大学 数学科学学院 博士

www.sciencep.com


ISBN 978-7-03-034308-6

9 787030 343086 >

科学出版社 东方科龙
联系电话：010-82840399
E-mail:boktp@mail.sciencep.com
有关网址：http://www.okbook.com.cn

销售分类建议：科普

定　价：32.00元